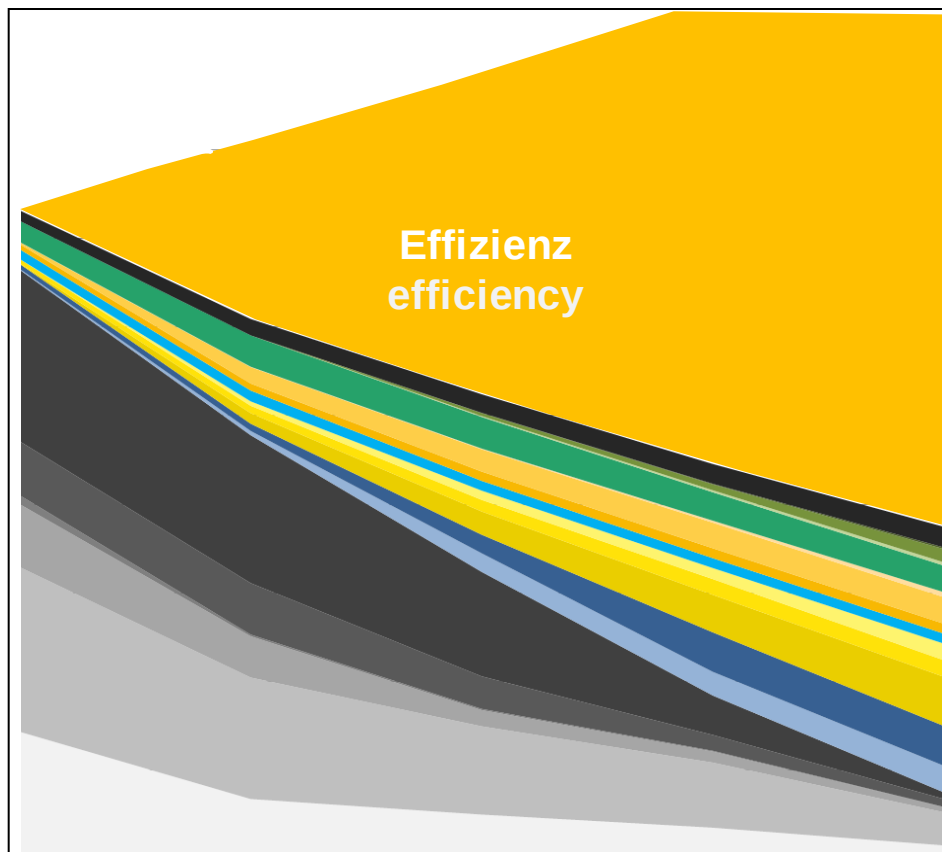


Energieeffizienzstrategie Stadt Nürnberg 2050



Auftraggeber:

Stadt Nürnberg, Umweltreferat

Verfasser:

Energieagentur Nordbayern GmbH

Architekturbüro Schulze Darup & Partner

schulze darup & partner
architekt^{en}



Diese Studie wurde erstellt von

ENERGIEAGENTUR nordbayern GmbH

Landgrabenstr. 94

90443 Nürnberg

Fon: 0911/99 43 96-0

Fax: 0911/ 99 43 96-6

E-Mail: info@ea-nb.de

Erich Maurer, Geschäftsführer, Diplom-Wirtschaftsingenieur

Peter Heymann, Diplom-Wirtschaftsingenieur (FH), Diplom –Ingenieur (FH)

In Kooperation mit

Schulze Darup & Partner

Dr. Burkhard Schulze Darup

Architekt

Augraben 96

90475 Nürnberg

Fon: 0911/8325262

E-Mail: schulze-darup@schulze-darup.de

web www.schulze-darup.de

Die Autorenschaft der einzelnen Kapitel ist an den entsprechenden Stellen erwähnt.

Die Studie wurde gefördert durch das

Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und
Technologie

Programm Rationelle Energiegewinnung und –verwendung

Programmteil REV KommEN.

Nürnberg, 12.10.2012

Inhaltsverzeichnis

0	Zusammenfassung der Ergebnisse	11
0.1	Energieeffizienzstrategie Nürnberg bis 2050	11
0.2	Rahmenbedingungen	12
0.3	Ergebnisse der Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050	12
0.3.1	Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO ₂ -Emissionen bis 2050..	13
0.3.2	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen bis 2050.....	14
0.3.3	Klimaschutzszenario – Endenergieverbrauch nach Endenergieträgern	14
0.4	Potenzial der Erneuerbaren Energien.....	17
0.4.1	Entwicklung des Wohngebäudesektors.....	19
0.4.2	Entwicklung Nichtwohngebäude – GHD und Industrie.....	23
0.4.3	Zusammenstellung Wohn- und Nichtwohngebäude.....	26
0.5	Entwicklung der städtebaulichen Energiedichte.....	28
0.6	Detailbetrachtung Fernwärme und Gebäudebereich	28
0.7	Kosten, konjunkturelle Aspekte und Förderansätze	29
0.7.1	Gebäudespezifische Baukosten der energetischen Sanierung	29
0.7.2	Konjunkturreffekt und Förderansätze.....	29
0.8	Schlussfolgerungen	30
0.9	Maßnahmen zur Umsetzung der Energieeffizienzstrategie.....	30
0.9.1	Maßnahmen im Wohnungsbau	31
0.9.2	Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie	33
0.9.3	Erneuerbare Energien	35
0.9.4	Information, Marketing und Nutzerverhalten	35
0.9.5	Fortbildung, Qualifizierung und Forschung	36
0.9.6	Finanzierung und Förderung	36
0.9.7	Maßnahmen im Verkehrssektor.....	37
1	Politische Rahmenbedingungen	39
1.1	Energiekonzept der Bundesregierung vom 28.09.2010	39
1.2	Energiewende im Jahr 2011	41
1.3	Grundlagen für die Stadt Nürnberg.....	43
1.4	Rechtliche Grundlagen und Verordnungen für den Effizienzbereich	45
1.5	Leitstudien zur Entwicklung bis 2050.....	46
2	Grundlagen der Studie	50
2.1	Überlegungen zur Methodik.....	50
2.2	Methodischer Ansatz der Gebäudetypologie	51
2.3	Szenarien	52

2.3.1	Referenzszenario	52
2.3.2	Klimaschutzszenario	52
2.3.3	Best Practice Szenario	53
2.4	Demografie und Entwicklung der Wohn- / Nutzflächen	53
2.5	Einschätzung der Entwicklungstendenzen	56
2.5.1	Einschätzung der wirtschaftlichen Entwicklung	56
2.5.2	Leben und Arbeiten in der Stadt Nürnberg	57
2.6	Technische Grundlagen – Entwicklungspfade innovativer Komponenten	57
2.6.1	Opake Gebäudehülle (Wand – Dach – Grund)	58
2.6.2	Transparente Bauteile – Fenster	59
2.6.3	Wärmebrücken und Luftdichtheit	59
2.6.4	Lüftungstechnik	59
2.6.5	Gebäudetechnik – Heizung, Warmwasserbereitung, Prozesswärme	60
2.6.6	Regelung und Smart Grid	60
2.6.7	Stromanwendungen	61
2.6.8	Sommerlicher Wärmeschutz und Kühlung	61
2.6.9	Erneuerbare Energien	61
2.7	Energiekennwerte: Potenzial optimierter Effizienztechnik bis 2050	62
3	Wohngebäude	65
3.1	Statistische Grundlagen nach Baualtersstufen	65
3.1	Entwicklung der Wohnfläche	66
3.2	Denkmal- und Ensembleschutz	68
3.2.1	Beispielberechnungen für denkmalgeschützte Gebäude	68
3.2.2	Erhöhte Energiekennwerte für Denkmal- und Ensembleschutz	71
3.3	Kosten, volkswirtschaftliche Rahmenbedingungen und Förderaspekte	72
3.3.1	Schlussfolgerungen	75
3.4	Gebäudetypologie	75
3.4.1	Ein- und Zweifamilienhäuser bis Baujahr 1918	80
3.4.2	Mehrfamilienhäuser bis Baujahr 1918	81
3.4.3	Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1918 – 1949	82
3.4.4	Mehrfamilienhäuser Baujahr 1919 – 1948	83
3.4.5	Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1949 – 1957	84
3.4.6	Mehrfamilienhäuser Baujahr 1949 – 1957	85
3.4.7	Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1958 – 1968	86
3.4.8	Mehrfamilienhäuser Baujahr 1958 – 1968	87
3.4.9	Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1969 – 1978	88
3.4.10	Mehrfamilienhäuser Baujahr 1969 – 1978	89

3.4.11	Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1979 – 1987	90
3.4.12	Mehrfamilienhäuser Baujahr 1979 – 1987	91
3.4.13	Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1988 – 1994	92
3.4.14	Mehrfamilienhäuser Baujahr 1988 – 1994	93
3.4.15	Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1995 – 2001	94
3.4.16	Mehrfamilienhäuser Baujahr 1995 – 2001	95
3.4.17	Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 2002 – 2004	96
3.4.18	Mehrfamilienhäuser Baujahr 2002 – 2004	97
3.4.19	Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 2005 – 2010	98
3.4.20	Mehrfamilienhäuser Baujahr 2005 – 2010	99
3.5	Energiekennwerte	100
3.5.1	Energiekennwerte für Heizen	100
3.5.2	Energiekennwerte für Warmwasserbereitung	102
3.5.3	Energiekennwerte für Haushaltsstrom und Hilfsstrom	104
3.5.4	Kühlung.....	105
3.6	Sanierungs-, Neubau- und Abrissquote	105
3.6.1	Sanierungsquote	105
3.6.2	Abriss und Ersatzneubau	107
3.6.3	Neubau	108
3.7	Ergebnisse für die Entwicklung des Heizwärmebedarfs 2011 – 2050	109
3.7.1	Referenzszenario	109
3.7.2	Klimaschutzszenario	110
3.7.3	Best Practice Szenario	111
3.8	Entwicklung des Heizwärmebedarfs für Warmwasserbereitung 2011 – 2050	113
3.8.1	Referenzszenario	113
3.8.2	Klimaschutzszenario	114
3.8.3	Best Practice Szenario	115
3.9	Entwicklung des Strombedarfs 2011 – 2050.....	115
3.9.1	Referenzszenario	116
3.9.2	Klimaschutzszenario	116
3.9.3	Best Practice Szenario	117
4	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie	118
4.1	Gebäudetypologie	118
4.2	Entwicklung der Nutzfläche	119
4.3	Denkmal- und Ensembleschutz	123
4.4	Energiekennwerte	123
4.4.1	Energiekennwerte für Heizen, Warmwasser und Prozesswärme.....	124

4.4.2	Energiekennwerte für Kühlung	126
4.4.3	Energiekennwerte für Stromnutzung	128
4.5	Sanierungs-, Neubau- und Abrissquote.....	131
4.5.1	Sanierungsquote	131
4.5.2	Abriss.....	131
4.5.3	Neubau	132
4.6	Entwicklung des Wärmebedarfs für Heizen und Prozesswärme	132
4.6.1	Referenzszenario	132
4.6.2	Klimaschutzszenario	133
4.6.3	Best Practice Szenario	135
4.7	Entwicklung des Strombedarfs inkl. Kühlen 2011 – 2050	137
4.7.1	Referenzszenario	138
4.7.2	Klimaschutzszenario	139
4.7.3	Best Practice Szenario	139
4.8	Kosten, volkswirtschaftliche Aspekte und Förderaspekte	141
4.8.1	Kosten des Referenzszenarios bei einer Sanierungsquote von 1,2 %.....	143
4.8.2	Kosten des Klimaschutzszenarios bei einer Sanierungsquote von 1,5 %	143
4.8.3	Kosten des Best Practice Szenarios bei einer Sanierungsquote von 2,0 %.	144
4.8.4	Konjunkturreffekt erhöhter Standards und Sanierungsquoten	145
5	Zusammenstellung der Ergebnisse für die Entwicklung des Energiebedarfs	147
5.1.1	Referenzszenario	147
5.1.2	Klimaschutzszenario	148
5.1.3	Best Practice Szenario	149
6	Kennwerte für städtebauliche Siedlungstypologien	151
6.1	Energiedichte von acht charakteristischen Bebauungssituationen in Nürnberg	153
6.2	Städtebauliche Analyse zum Potenzial der Solarenergienutzung	158
6.2.1	Vergleich Solarthermie – Photovoltaik.....	159
6.2.2	Entwicklung der Photovoltaik im Wohngebäudebereich	159
6.2.3	Entwicklung der Photovoltaik im Bereich Nichtwohngebäude.....	161
7	Endenergieverbrauch und CO ₂ -Bilanzen der Szenarien-Analyse	164
7.1	Endenergieverbrauch und CO ₂ -Emissionen nach Endenergieträgern	165
7.1.1	Struktur des Endenergieverbrauchs im Jahr 2010.....	165
7.1.2	Basisszenario als Referenzszenario – Endenergieverbrauch nach Endenergieträgern	167
7.1.3	Klimaschutz-Szenario – Endenergieverbrauch nach Endenergieträgern	168
7.1.4	Best-Practice-Szenario – Endenergieverbrauch nach Endenergieträgern...	170

7.1.5	Referenzszenario – CO ₂ -Emissionen nach Endenergieträgern	172
7.1.6	Klimaschutzszenario – CO ₂ -Emissionen nach Endenergieträgern	173
7.1.7	Best-Practice-Szenario – CO ₂ -Emissionen nach Endenergieträgern	174
7.2	Endenergieverbrauch und CO ₂ -Emissionen in den Sektoren.....	175
7.2.1	Übersicht der Sektoren.....	175
7.2.2	Private Haushalte	176
7.2.3	Industriesektor.....	176
7.2.4	Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen.....	176
7.2.5	Endenergieverbrauch nach Sektoren im Referenzszenario	177
7.2.6	Endenergieverbrauch nach Sektoren im Klimaschutz-Szenario	178
7.2.7	Endenergieverbrauch nach Sektoren im Best-Practice-Szenario	179
7.2.8	CO ₂ -Emissionen nach Sektoren im Referenzszenario.....	180
7.2.9	CO ₂ -Emissionen nach Sektoren im Klimaschutzszenario	181
7.2.10	CO ₂ -Emissionen nach Sektoren im Best-Practice-Szenario	182
7.3	Wärmebedarf in den Sektoren.....	183
7.3.1	Wärmebedarf im Referenzszenario	183
7.3.2	Wärmebedarf im Klimaschutzszenario	185
7.3.3	Wärmebedarf im Best-Practice-Szenario.....	185
7.3.4	Beurteilung des zukünftigen Wärmebedarfs	186
7.3.5	Kommunaler Sektor.....	187
7.3.6	Endenergieverbrauch kommunaler Liegenschaften im Referenzszenario ...	187
7.4	Verkehrssektor	188
7.5	Grüne Logistik	191
7.6	Landwirtschaft in der Stadt Nürnberg	192
8	Detailanalyse des Fernwärmesektors.....	192
8.1	Fernwärmeversorgung in der Stadt Nürnberg.....	192
8.1.1	Basisdaten zur Fernwärme.....	192
8.1.2	Das Fernwärmenetz der N-ERGIE Aktiengesellschaft in der Stadt Nürnberg	193
8.2	Erzeugungs- und Bereitstellungsmix der Fernwärme.....	194
8.2.1	Ist-Zustand Fernwärmeerzeugung.....	194
8.2.2	Biomassenutzung bei der Fernwärmeerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplung	195
8.2.3	Potenzielle Entwicklungen im Brennstoffmix der Fernwärmebereitstellung..	196
8.3	Notwendige Fernwärmequote und fernwärmebasierte Dienstleistungen	196
8.4	Ergebnisse des Energienutzungsplanes für die Fernwärme	197
8.5	Verdichtung des Nürnberger Stadtgebietes für die Fernwärmeabgabe.....	197
8.6	Analyse ausgewählter Siedlungstypen für die Fernwärmenutzung	198

8.6.1	Siedlungstyp Reihenhaushaus-Bebauung Zeitraum 1959 – 1978.....	198
8.6.2	Mehrfamilienhausbebauung Zeitraum 1958 bis 1968.....	200
8.6.3	Mehrfamilienhausbebauung Zeitraum 1919 bis 1948.....	201
8.7	Einfluss der Müllverbrennungsanlage auf die Fernwärmeerzeugung.....	203
8.8	Entwickeln von Kooperationen zwischen Stadt Nürnberg und dem Umland.....	203
9	Erneuerbare Energien.....	204
9.1	Windkraft.....	206
9.2	Photovoltaik	206
9.3	Solarthermie.....	207
9.4	Biomasse	207
9.5	Erneuerbares Biogas.....	208
9.6	Geothermie	208
9.7	Szenarien der erneuerbaren Versorgung	209
9.7.1	Referenzszenario.....	209
9.7.2	Klimaschutzszenario	210
9.7.3	Best Practice Szenario.....	212
9.7.4	Tabellarischer Ergebnisüberblick	213
9.7.5	Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien.....	214
10	Maßnahmenempfehlungen zur Umsetzung der Energieeffizienzstrategie	216
10.1	Maßnahmen im Sektor der privaten Haushalte und der Wohnungswirtschaft.....	216
10.1.1	Neubau und Sanierung	217
10.1.2	Niederschwellige Sanierungsmaßnahmen	218
10.1.3	Stromnutzung und Erzeugung regenerativen Stroms	219
10.2	Maßnahmen in den Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie...	219
10.2.1	Neubau und Sanierung	219
10.2.2	Niederschwellige Sanierungsmaßnahmen	221
10.2.3	Stromnutzung und Erzeugung regenerativen Stroms	222
10.3	Information, Öffentlichkeitsarbeit und Marketing.....	223
10.4	Fortbildung, Qualifizierung und Forschung	224
10.5	Finanzierung und Förderung	226
10.6	Maßnahmen im Verkehrssektor	227
10.6.1	Innerstädtische Mobilität	227
10.6.2	Verkehrsvermeidung	228
10.6.3	Verkehrsverlagerung.....	229
10.6.4	Nachhaltige Gestaltung des Verkehrs	230
10.6.5	Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrssektor	231

10.7	Regionalplanung, Standortkonzepte und Kooperationen	232
10.8	Klimafreundliche Siedlungsentwicklung	233
11	Bisherige Maßnahmen zum Klimaschutz der Stadtverwaltung und in den Beteiligungsunternehmen der Stadt Nürnberg	234
11.1	Umweltreferat der Stadt Nürnberg	234
11.1.1	Umweltamt der Stadt Nürnberg	234
11.1.2	Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg SUN – Stadt Nürnberg ..	236
11.1.3	Abfallwirtschaftsbetrieb Stadt Nürnberg (ASN)	238
	Müllverbrennungsanlage Nürnberg (MVA)	238
11.1.4	Aktivitäten auf EU Ebene	239
11.2	Baureferat	240
11.2.1	Stadtplanungsamt	240
11.2.2	Hochbauamt.....	241
11.2.3	Verkehrsplanungsamt	241
11.3	Wirtschaftsreferat der Stadt Nürnberg	242
11.3.1	Amt für Wirtschaft.....	242
11.3.2	Amt für Wohnen und Stadterneuerung	242
11.4	Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg	243
11.4.1	Aufgabenbereiche	243
11.4.2	Straßenbeleuchtung	243
11.5	Amt für Organisation und Informationsverarbeitung.....	244
11.6	Städtische Werke Nürnberg.....	244
11.6.1	N-ERGIE Aktiengesellschaft.....	244
11.6.2	Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg VAG	245
11.6.3	WBG Nürnberg Gruppe.....	247
11.7	Weitere Akteure in der Stadt Nürnberg	249
11.7.1	Flughafen Airport Nürnberg	249
11.7.2	bayernhafen Nürnberg	252
11.7.3	Klinikum Nürnberg.....	255
11.7.4	Sparkasse Nürnberg	255
12	Kommunale Energieeffizienz- und Klimaschutzstrategien von deutschen Großstädten....	257
12.1.1	Stadt München	257
12.1.2	Stadt Stuttgart	259
12.1.3	Stadt Hannover	260
12.1.4	Stadt Frankfurt am Main.....	262

13	Anhang	265
13.1	Abbildungsverzeichnis.....	265
13.2	Tabellenverzeichnis	270
13.3	Abkürzungsverzeichnis	274
13.4	Einheiten	276
13.5	Literatur und Datenquellen	277
13.5.1	Quellen Bericht Teil 1.....	277
13.5.2	Quellen Bericht Teil 2.....	280

0 Zusammenfassung der Ergebnisse

0.1 Energieeffizienzstrategie Nürnberg bis 2050

Die Energieagentur Nordbayern GmbH hat in Kooperation mit dem Architekturbüro Dr. Schulze Darup im Auftrag der Stadt Nürnberg die vorliegende Langfriststudie „Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050“ erstellt. Vorgabe war die anspruchsvolle Zielsetzung, die CO₂-Emissionen in Nürnberg bis 2050 um 80 % (gegenüber 1990) zu reduzieren.

Bei der „Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050“ steht der Betrachtungszeitraum der Jahre 2010 bis 2050 im Mittelpunkt. Trotz des langen Betrachtungszeitraums ist es entscheidend, wichtige Maßnahmen des rationellen Energieeinsatzes bereits heutzutage in die Wege zu leiten, um die langfristigen Energie- und Klimaschutzziele zu erreichen.

Die Studie „Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050“ liefert als Ergebnis, dass das Ziel der Bundesregierung einer CO₂-Einsparung von minus 80 % im Zeitraum 1990 bis 2050 für die Stadt Nürnberg erreichbar ist. Dies erfordert die Durchführung wegweisender Klimaschutzmaßnahmen auf allen relevanten Sektoren. Die Studie untersucht in drei unterschiedlichen Szenarien die Entwicklungspfade in Abhängigkeit der Intensität der umgesetzten Klimaschutzmaßnahmen. Im sog. „Klimaschutzszenario“ wird der Endenergieverbrauch zwischen 2010 und 2050 um ca. 49 Prozent abnehmen, während die CO₂-Emissionen um ca. 74 Prozent zurückgehen. Sollten die Anstrengungen im Klimaschutz noch intensiver betrieben werden, ist im Best-Practice-Szenario eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 81 Prozent (Ziel der Bundesregierung) bei einer Senkung des Endenergieverbrauchs von 62 % möglich. Grundlage für die CO₂-Einsparung ist die Ausschöpfung der vorhandenen Effizienzpotenziale zur kontinuierlichen Senkung des Endenergieverbrauchs in Verbindung mit der verstärkten Nutzung Erneuerbarer Energien im Energiemix.

Aus diesem Grund wurden als wichtige Aktionsfelder die Bereiche der energetischen Gebäudesanierung und der effizienten Nutzung der lokalen Fernwärmeproduktion detaillierter untersucht. Innerhalb des Gebäudesektors liegt der Schwerpunkt bei der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes, da dieser hinsichtlich des Flächenumfangs den größten Teil der Gebäudeflächen abdeckt. Ein klimaneutraler Gebäudebestand ist dabei das entscheidende Handlungsfeld zum Erreichen der Klimaschutzziele. Ergänzend wurde untersucht, wie die zukünftigen Gebäudesanierungen sich auf den Fernwärmebedarf auswirken werden. Neue Verwendungsmöglichkeiten für die Fernwärme bei Großverbrauchern und in der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) werden gesucht. Daneben reflektiert die Studie noch weitere wichtige Handlungsfelder und Themenbereiche:

- Analyse des zukünftigen Wärmebedarfs im Stadtgebiet Nürnberg

- Beschreibung von Siedlungstypen im Nürnberger Städtebau
- Potenzial der Erneuerbaren Energien im Stadtgebiet Nürnberg
- Entwicklung des Verkehrssektors
- Energieverbrauch in kommunalen Liegenschaften
- Einflußmöglichkeiten kommunaler Unternehmen im Klimaschutz
- Kommunale Best-Practice-Beispiele und Klimaschutzstrategien anderer Kommunen

Die Studie beweist, dass die Stadt Nürnberg bereits auf einem sehr guten Weg im Rahmen des Klimaschutzes ist und die bisherigen Erfolge auch in der Zukunft fortführen kann.

0.2 Rahmenbedingungen

Es werden die nationalen und internationalen politischen Rahmenbedingungen und deren Auswirkungen auf die Stadt Nürnberg dargestellt. Daneben werden die Klimaschutzaktivitäten anderer Großstädte in der Bundesrepublik Deutschland berücksichtigt. In die Betrachtung fließen die für die Stadt Nürnberg spezifischen Faktoren in den Bereichen Stadtstruktur und Stadtentwicklung, Stadtverwaltung, Energieversorgung und weitere relevante Aspekte ein.

Die Stadt Nürnberg zeichnet sich im Jahr 2010 in ihrer wirtschaftlichen Struktur durch eine hohe Branchenvielfalt aus. Für die Zukunft ist davon auszugehen, dass diese Branchenvielfalt in den Wirtschaftssektoren Industrie und Gewerbe-Handel-Dienstleistungen bestehen bleibt, sodass eine Konzentration auf wenige bestimmte Branchen mit starken konjunkturellen Schwankungen vermieden wird. Für die Privatpersonen wird die Stadt Nürnberg auch in Zukunft ein attraktives Lebensumfeld zum Wohnen, Arbeiten und für die Freizeit bieten. Die bisherigen Aktivitäten der Stadt Nürnberg im Rahmen der Nachhaltigkeit haben der Stadt bereits eine exzellente Position im internationalen Vergleich beschienigt.

Da die Stadt Nürnberg für die Region einige Funktionen wie Arbeitsplätze, kulturelle und medizinische Einrichtungen etc. bereitstellt, ist auch eine Versorgung der Stadt mit Erneuerbaren Energien aus dem Nürnberger Umland als legitim zu betrachten. Für die Zukunft können Stadt-Land-Kooperationen die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der effizienten Energienutzung intensivieren. Die Europäische Metropolregion Nürnberg ist dabei bereits seit Jahren stark engagiert.

0.3 Ergebnisse der Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050

Das Energiekonzept der Bundesregierung fordert die Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 Prozent. Innerhalb der EU werden

Reduktionsziele zwischen 80 und 95 % diskutiert. Der Anteil Erneuerbarer Energien soll bis 2050 bei 60 % liegen und der Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung bei 80 %. Die Stadt Nürnberg hat sich im Rahmen des Klimaschutzes das Ziel einer Verringerung der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 um 40 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 gesetzt. Dies entspricht exakt dem Wert des Energiekonzepts der Bundesregierung für die gesamte Bundesrepublik Deutschland.

Die Langfriststudie zur Energieeffizienzstrategie der Stadt Nürnberg stellt drei Szenarien für die Entwicklung des Energiebedarfs und Ansätze für die Bereitstellung des verbleibenden Bedarfs an Erneuerbaren Energien bis 2050 dar. Aufbauend auf der Methodik bisheriger Klimaschutzgutachten wurde im Rahmen eines parallel erstellten Energienutzungsplans [FfE 2012] eine detaillierte Analyse des Gebäudebestands auf Basis umfangreicher Statistik- und Geodaten erstellt. Die Langfriststudie „Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050“ basiert auf Gebäudemodellen, die auf Statistikdaten der Stadt Nürnberg in Verbindung mit einer Nürnberger Gebäudetypologie aufbauen.

0.3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen bis 2050

Um die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen im Zeitraum 2010 bis 2050 abbilden zu können, werden die drei möglichen Szenarien „Referenzszenario“, „Klimaschutzszenario“ und „Best-Practice-Szenario“ beschrieben. Die drei Szenarien geben die unterschiedliche Intensität der Anstrengungen in der Steigerung der Energieeffizienz und der Senkung der CO₂-Emissionen wieder. Der Endenergieverbrauch nimmt in allen drei Szenarien zwischen 2010 und 2050 infolge der zunehmenden Energieeffizienz deutlich ab. Für den Ist-Zustand und die drei Szenarien „Referenzszenario“, „Klimaschutzszenario“ und „Best-Practice-Szenario“ ergeben sich folgende Entwicklungen beim Endenergieverbrauch und den CO₂-Emissionen:

Endenergieverbrauch	Stand
Ist-Zustand 2010	100 % (14.635 GWh)
Referenzszenario 2050	68 %
Klimaschutzszenario 2050	51 %
Best-Practice-Szenario 2050	38 %

Im Jahr 2010 beträgt der Endenergieverbrauch (EEV) innerhalb der Stadt Nürnberg in den vier Sektoren „Private Haushalte“, „Gewerbe-Handel-Dienstleistungen“ (GHD), „Industrie“ und Verkehr zusammengekommen ca. 14.635 GWh. Bis zum Jahr 2050 kann diese Energiemenge durch die Kombination verschiedener Energieeffizienzmaßnahmen deutlich reduziert

werden. Während das Klimaschutzszenario bereits von einer Halbierung des Endenergieverbrauchs ausgeht, ist im Best-Practice-Szenario eine Reduzierung von fast zwei Dritteln möglich. Das Herzstück des Energieeinsparpotenzials ist in allen Szenarien ein möglichst klimaneutraler Gebäudebestand.

0.3.2 Entwicklung der CO₂-Emissionen bis 2050

Aus Sicht des Klimaschutzes stellt die höchstmögliche Reduktion der CO₂-Emissionen den wesentlichen Aspekt dar. Eine hohe Energieeffizienz zur Senkung des Endenergieverbrauchs ist Voraussetzung zum Erreichen dieses Ziels. Der verbleibende Energiebedarf soll dann durch die Nutzung Erneuerbarer Energien gedeckt werden. Als Resultat daraus sinken die verbleibenden CO₂-Emissionen noch deutlicher ab als der Endenergieverbrauch:

CO ₂ -Emissionen	Stand
Ist-Zustand 2010	100 % (4.181.000 Tonnen CO ₂)
Referenzszenario 2050	36 %
Klimaschutzszenario 2050	26 %
Best-Practice-Szenario 2050	19 %

Bei erfolgreicher Durchführung des Klimaschutzszenarios werden die CO₂-Emissionen bis 2050 um 74 % reduziert, bezogen auf das Jahr 2010. Beim Best-Practice-Szenario beträgt der Rückgang der CO₂-Emissionen zwischen 2010 und 2050 bereits 81 %. Nimmt man das Jahr 1990 als Bezugsjahr reduziert sich der Wert der CO₂-Emissionen im Klimaschutzszenario bis 2050 um 79 Prozent.

0.3.3 Klimaschutzszenario – Endenergieverbrauch nach Endenergieträgern

Im Klimaschutzszenario wird angenommen, dass die Anstrengungen zur Energieeinsparung im Vergleich zum Referenzszenario deutlich intensiviert werden. Man geht davon aus, dass die zukünftige Entwicklung sich am wahrscheinlichsten im Klimaschutzszenario widerspiegelt. Dies ist in Anbetracht steigender Energiepreise und der Versorgungssicherheit durchaus eine sinnvolle Strategie. Dabei wird auf die beste verfügbare Energieeffizienztechnologie zurückgegriffen. Die Einspareffekte sind damit höher als im Referenzszenario und lassen eine Reduktion des Endenergieverbrauchs zwischen 2010 und 2050 um ca. 50 Prozent erwarten. Der Anteil der fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl nimmt ab, während Kohle als Brennstoff bereits im Jahr 2020 keine Rolle mehr spielt. Der Einfluss der Erneuerbaren Energien als Endenergie, in der KWK und als regenerativer Anteil im Stromverbrauch steigt. Der Endenergieverbrauch des Verkehrsektors nimmt durch effizientere

Fahrzeuge, die Optimierung des Modal Split, die Elektromobilität und die Nutzung des ÖPNV deutlich ab.

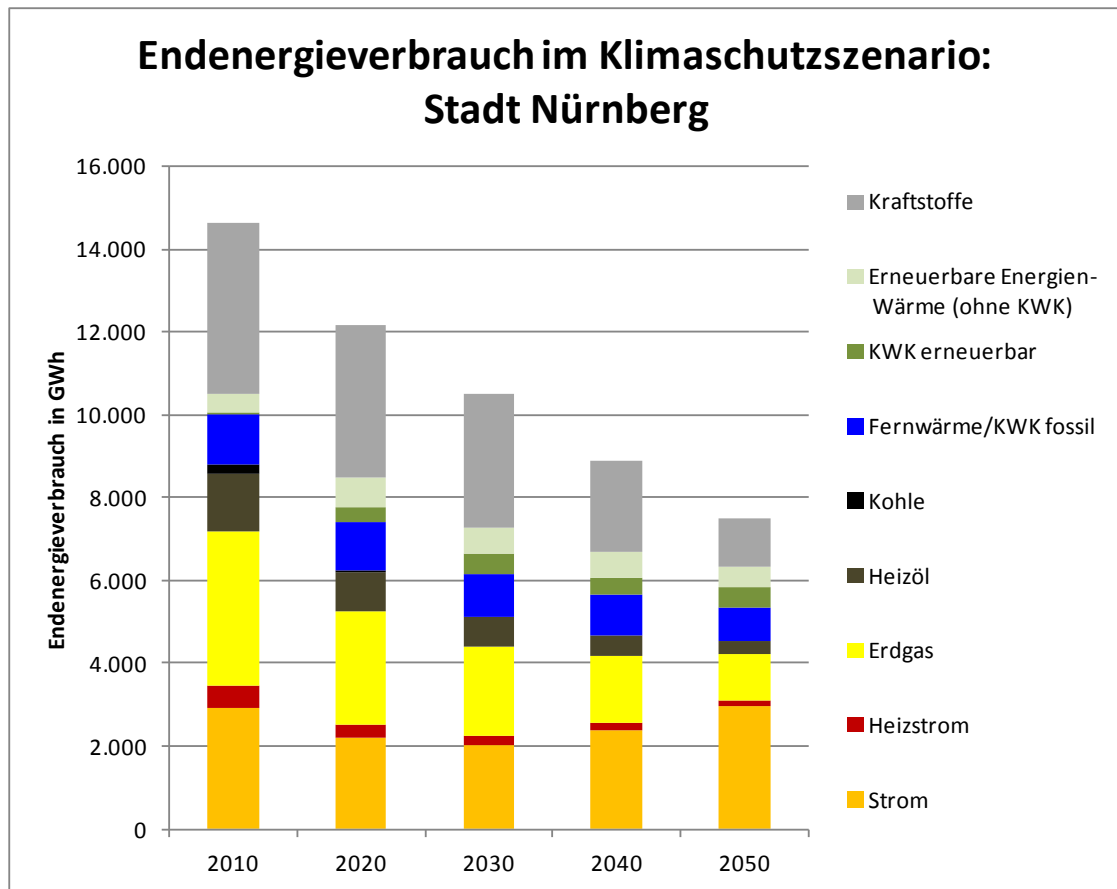


Abbildung 1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Klimaschutzscenario

Die Verteilung der Endenergieträger zeigt den gestiegenen Anteil der Erneuerbaren Energien in der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und der Wärmeerzeugung ohne KWK. Auch die Fernwärme nimmt prozentual zu. Die fossilen Brennstoffe und die Kraftstoffe verlieren an Bedeutung. Folgende Grafik zeigt die prozentuale Verteilung der Energieträger im Jahr 2050 innerhalb des Klimaschutzscenario:

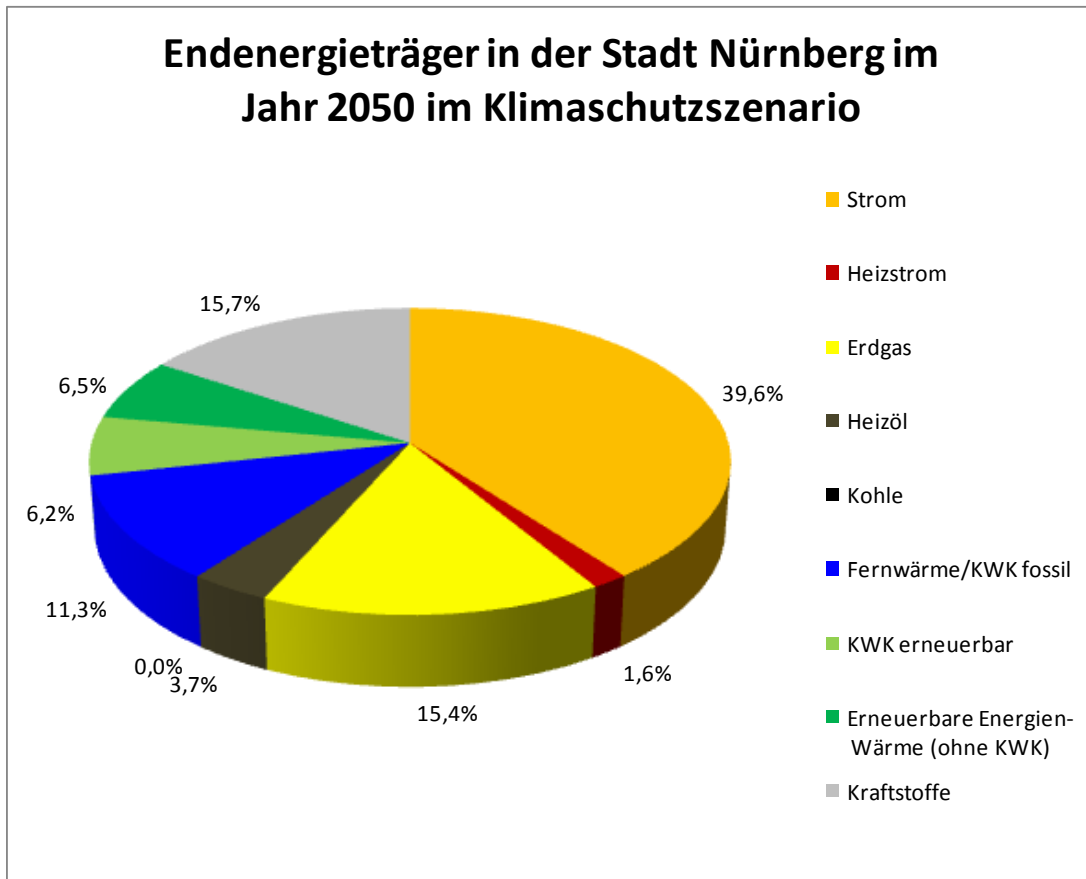


Abbildung 2: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Klimaschutzscenario

Es ist zu erkennen, dass wichtige zukünftige Handlungsfelder für den rationellen Endenergieeinsatz einerseits allgemein für das Stadtgebiet Nürnberg und andererseits für den Entscheidungsbereich der Stadtverwaltung vorliegen. Prinzipiell basieren sie auf den beiden Schlüsselementen „Energieeffizienz“ und „Erneuerbare Energien“. Die wichtigsten Handlungsfelder, die im Verlauf der Studie noch genauer beschrieben werden, sind in folgenden Aspekten zu finden:

1. Erreichen eines klimaneutralen Gebäudebestandes durch energetische Gebäudesanierung und energieeffiziente Neubauten
2. Ausbau und Nachverdichtung des Fernwärmenetzes für den gesicherten Fernwärmeabsatz des Heizkraftwerkes Sandreuth; Ersatz von Kompressionskälte durch Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung;
3. Energieeffizienz in den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie
4. Ausbau der Erneuerbaren Energieerzeugung in der Stadt und dem Umland
5. Nutzung von Erneuerbaren Energien in den Verbrauchssektoren

6. Ausbau der Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung in der Energiewandlung und Steigerung der Fernwärmenutzung
7. Senkung der CO₂-Emissionen des Verkehrssektors durch Förderung der Elektromobilität, des ÖPNV und des Rad- und Fußverkehrs

0.4 Potenzial der Erneuerbaren Energien

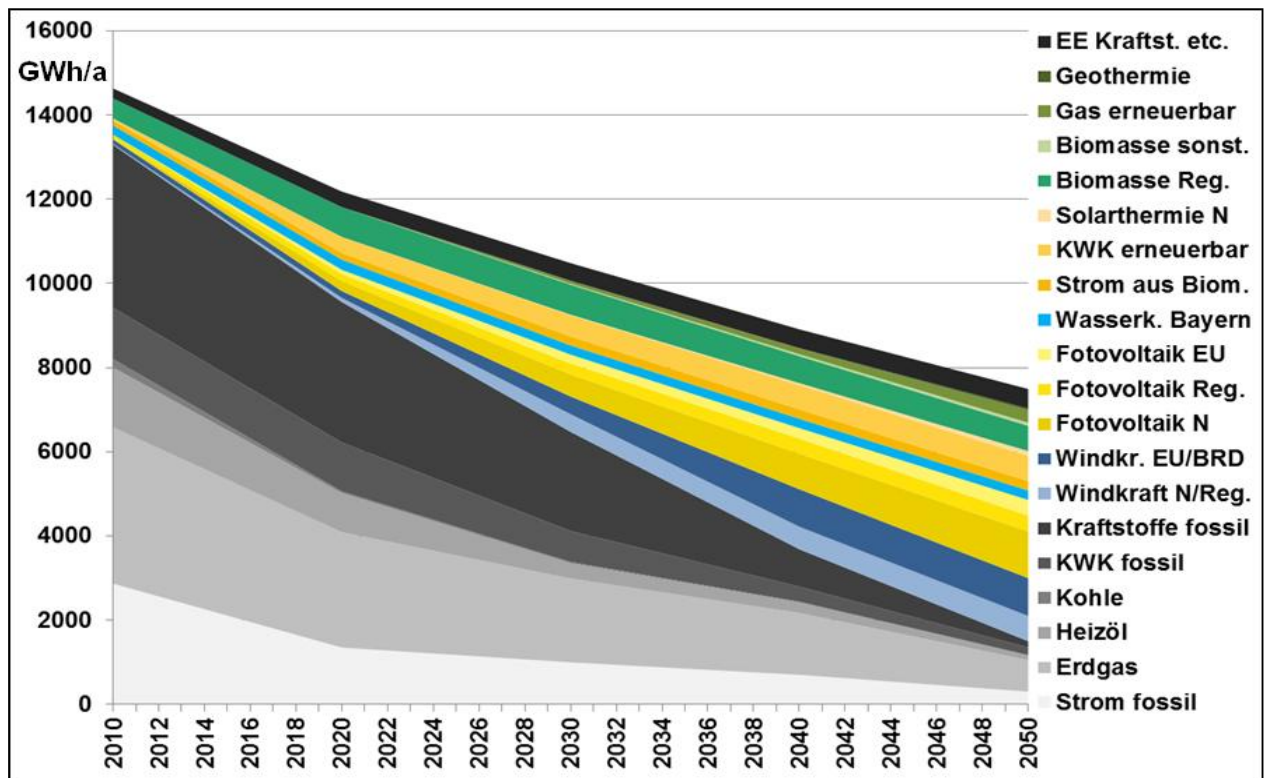


Abbildung 3 Bei einer Sanierungsquote von im Mittel jährlich 1,5 Prozent führt das Klimaschutzszenario für die Sektoren Haushalte, GHD und Industrie zu einer Endenergiereduktion um 55 Prozent von 10.431 GWh im Jahr 2010 auf 4.697 GWh/a im Jahr 2050.

Zu den Szenarien der Studie wurden die Versorgungsoptionen durch Erneuerbare Energien überprüft. Dazu erfolgte eine Zusammenstellung der verfügbaren Daten für den Ist-Zustand 2010 [N-ERGIE 2012]. Die Werte für 2020 wurden auf Basis des Bayerischen Energiekonzepts „Energie innovativ“ der Bayerischen Staatsregierung [Bayern 2011] ermittelt. Die weitere Fortschreibung für die Jahre 2030 bis 2050 erfolgte auf Basis zahlreicher Gutachten, die in den letzten Jahren als Leitstudien zur Entwicklung bis 2050 durchgeführt wurden [u. a. BMU 2011-1]. Bei einer Sanierungsquote von im Mittel jährlich 1,5 Prozent führt das Klimaschutzszenario für die Sektoren Haushalte, GHD und Industrie (d. h. ohne Verkehrssektor) zu einer Endenergiereduktion um 55 Prozent von 10.431 GWh im Jahr 2010 auf 4.697 GWh/a im Jahr 2050. Bei Einbeziehung des Verkehrssektors erbringt die Untersuchung einen regenerativen Versorgungsanteil von 38,3 % im Jahr 2030, 2040 liegt der Wert bei 58,7 % und im Jahr 2050 bei 80 %.

Der Einsatz Erneuerbarer Energien führt ebenso wie Effizienzmaßnahmen zu einer hohen kommunalen und regionalen Wertschöpfung, da Energieimporte substituiert werden. In der Abbildung ist gut erkennbar, dass zwei Drittel der Wertschöpfung durch Effizienzmaßnahmen generiert werden und das verbleibende Drittel durch den Einsatz Erneuerbarer Energien.

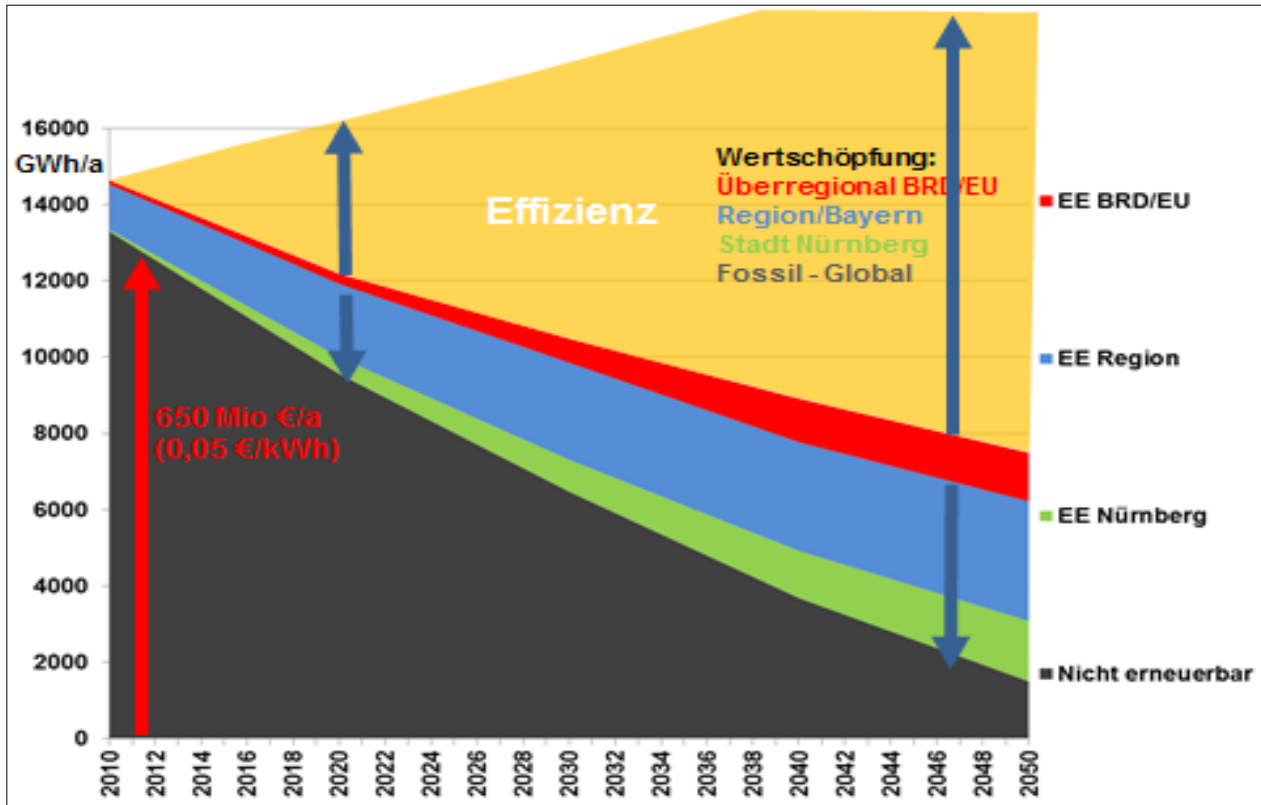


Abbildung 4 Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien für das Klimaschuttszenario im Stadtgebiet Nürnberg, der Region und überregional

0.4.1 Entwicklung des Wohngebäudesektors



Abbildung 5: Energieverbrauch im Sektor Wohngebäude: Schema der wesentlichen Einflussfaktoren, der Methodik und Maßnahmen und Strategien zur Reduktion des Energieverbrauchs

Im Wohngebäudebereich wurde eine Gebäudetypologie aus 22 Kategorien erstellt, die auf Baualtersstufen basiert und zwischen Einfamilienhaus- und Mehrfamilienhausbebauung unterscheidet. Pro Kategorie erfolgte auf Basis des statistischen Materials die Festlegung auf ein charakteristisches Gebäude, für das detaillierte energetische Berechnungen durchgeführt wurden. Dabei flossen Kennwerte zum Nutzerverhalten, zu den bereits erfolgten Sanierungsraten jedes Gebäudetyps sowie Angaben zur Kostensituation ein. Denkmalschutzaspekte werden dadurch berücksichtigt, dass für den jeweiligen Anteil der Gebäude mit Denkmalschutz, Ensembleschutz sowie für Stadtbild prägende Gebäude mittlere Zuschläge zum Heizwärmebedarf bis zu 50 Prozent zugeordnet werden.

Szenarien

Die Energiekennwerte wurden für den Bestand und drei Szenarien hinsichtlich Heizen, Warmwasserbereitung und Strombedarf inkl. Kühlen ermittelt. Für den Heizwärmebedarf sieht das **Referenzszenario** eine Fortschreibung der Energiekennwerte gemäß Prozedere der letzten Jahrzehnte vor mit einem mittleren Zielwert von 40 kWh/(m²a) im Jahr 2050. Beim **Klimaschutzszenario** wird eine Weiterentwicklung der Sanierungsstandards in den nächsten Jahren vom KfW Effizienzhaus 100 bis KfW Effizienzhaus 55 ca. 2020 abgebildet. Ab dann

gilt dieser bereits heute in größerer Breite anwendbare Standard mit nur noch leichten Verbesserungen bis zum Jahr 2050. Das **Best Practice Szenario** schließlich strebt sehr ambitioniert in Dreijahresschritten die Standards KfW Effizienzhaus 100, danach KfW Effizienzhaus 70 bis 55 und ab 2021 den heutigen Passivhaus-Neubaustandard an. Dieses Effizienzniveau ist bereits heute mit marktfähigen Komponenten im Bestand umsetzbar, erfordert aber erhöhte wirtschaftliche Aufwendungen.

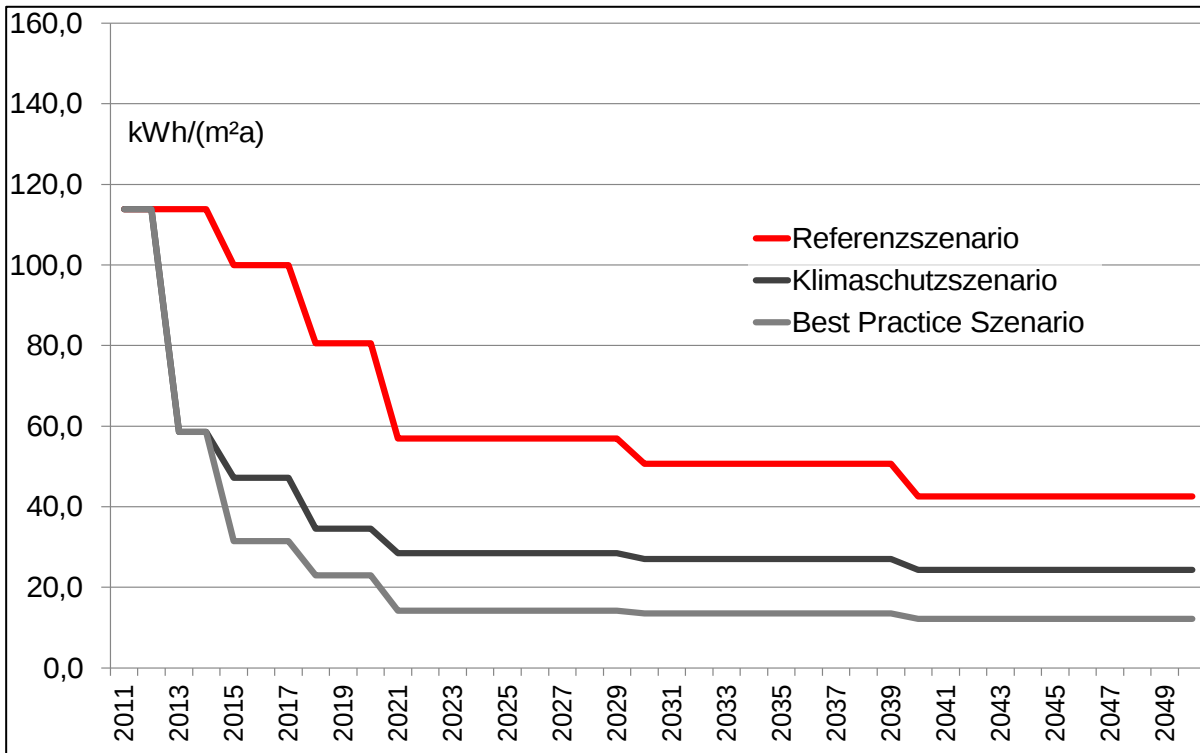


Abbildung 6 Heizwärmebedarfs-Kennwerte der gesamten Wohngebäudetypologie als Mittelwerte für das Referenz-, Klimaschutz- und Best Practice-Szenario [spezifische Kennwerte in kWh/(m²a)]

Die jährliche Sanierungsrate beinhaltet neben den Energiestandards den größten Einfluss auf die energetische Entwicklung des Gebäudebestands. Ausgehend von einer derzeitigen mittleren Sanierungsquote von 0,9 bis 1,2 Prozent des Bestands werden in den Berechnungen für jedes Szenario unterschiedliche mittlere Quoten bis zu einem theoretischen Maximalwert von 2,5 % pro Jahr durchgespielt, was einer vollständigen Sanierung des Bestandes bis zum Jahr 2050 entsprechen würde. Es ist zwar möglich über einen begrenzten Zeitraum eine Erhöhung der Sanierungsrate bis über 3 Prozent zu erzielen. Ein kurzfristiger Konjunkturimpuls bläht die Bauwirtschaft jedoch auf mit der Folge überhöhter Baupreise und induziert in der Folge bei nachlassender Sanierungsintensität Insolvenzen.

Aus der Sicht von Klimaschutz und Makroökonomie bietet es sich an, in den kommenden zehn Jahren durchgängig eine erhöhte Sanierungsrate von 2 bis 2,5 % anzustreben und dadurch gezielt dem aktuellen Sanierungstau zu begegnen. Einerseits können dadurch die CO₂-Emissionen so früh wie möglich gesenkt werden. Zum anderen wird aufgrund der demo-

grafischen Entwicklung ab dem Jahr 2025 kein ausreichendes Fachkräftepotenzial im Bauwesen gegeben sein.

Ergebnisse

Das Ergebnis der Berechnungen weist im Wohngebäudesektor für das Referenzszenario bei einer gängigen Sanierungsquote von 1,2 Prozent eine Reduktion des Heizenergiebedarfs um 36 Prozent bis 2050 aus. Beim Klimaschutzszenario beträgt die Reduktion bei einer auf 1,5 % erhöhten Sanierungsquote 55 % und bei einem sehr guten Sanierungsanteil von 2 % im Jahr 67 %. Werden diese 2 % p. a. im Best Practice Standard durchgeführt, beträgt die Reduktion 74 %. Als rein theoretische Vergleichsgröße des technisch Machbaren ist das Best Practice Szenario mit voller Erfassung des Bestands durch eine mittlere Sanierungsquote von 2,5 % zu sehen mit einer Endenergiereduktion um 87 % bis zum Jahr 2050.

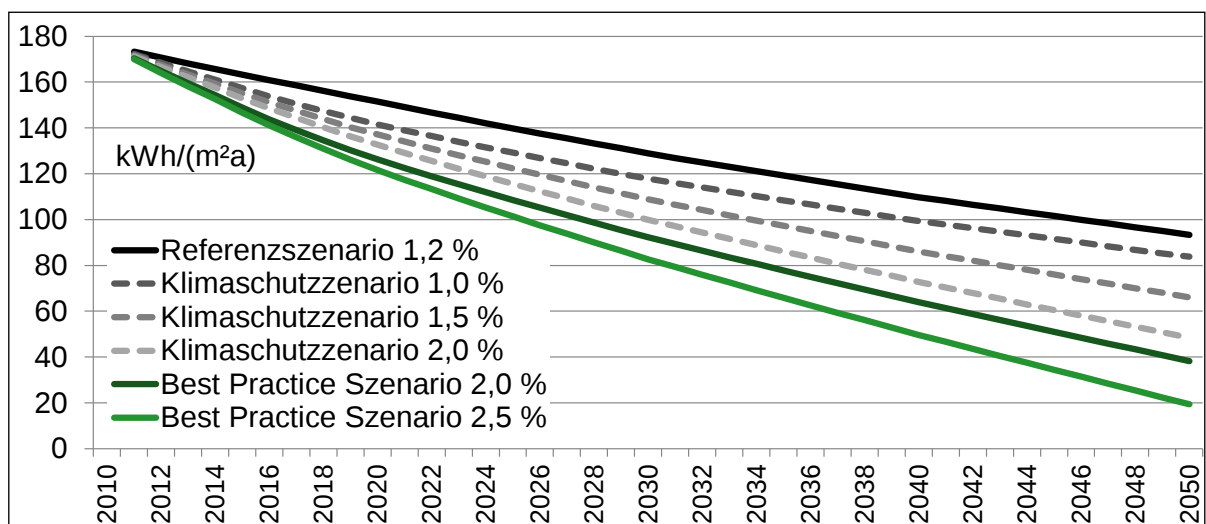


Abbildung 7 Resultierende mittlere Heizenergie-Kennwerte für die drei Szenarien in Abhängigkeit von der jährlichen Sanierungsquote

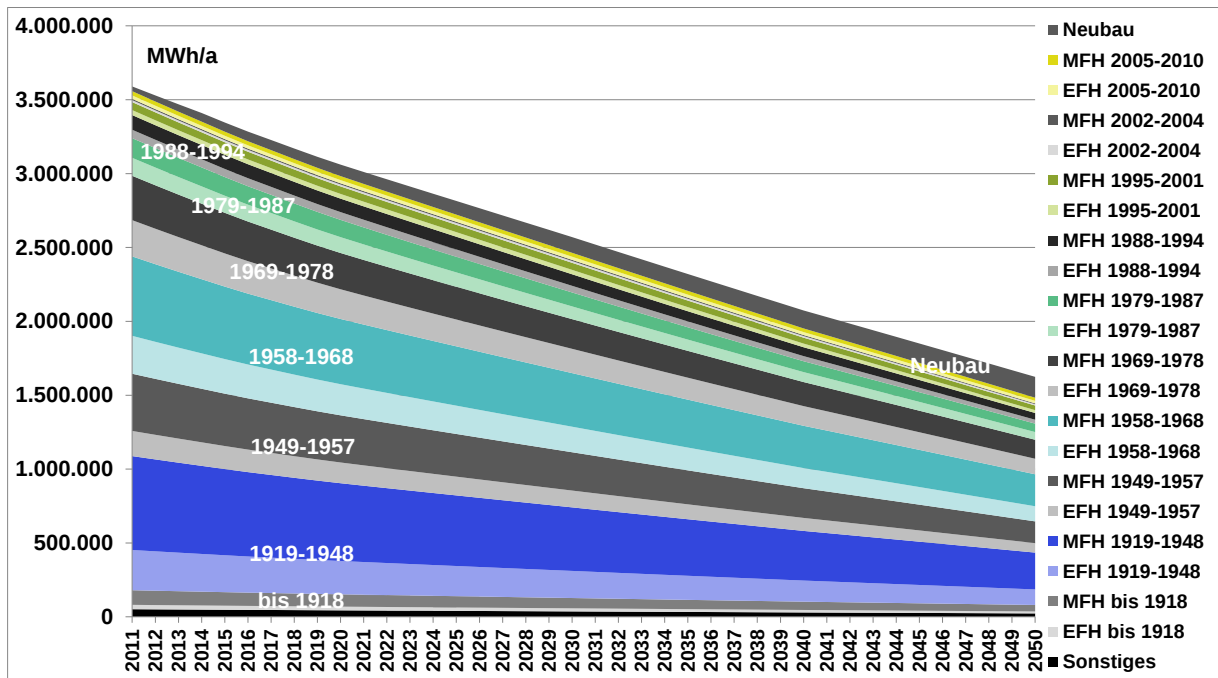


Abbildung 8 Entwicklung des Heizenergiebedarfs (MWh/a) im Klimaschutzszenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,5 %

Der mittlere Endenergiebedarf für **Warmwasserbereitung** entwickelt sich bei den Wohngebäuden für das Referenzszenario von derzeit 33 kWh/(m²a) für Mehrfamilienhäuser und 24 kWh/(m²a) bei Einfamilienhäusern bis 2050 auf 16 bei MFH / 12,1 kWh/(m²a) bei EFH. Beim Klimaschutzszenario geht die Entwicklung auf 12,1 / 9,8 kWh/(m²a), und beim Best Practice Szenario auf 8,5 / 7,5 kWh/(m²a) bis zum Jahr 2050.

Für den **Strombedarf** wird für das Referenzszenario von aktuellen Werten mit 36 kWh/(m²a) für Mehrfamilienhäuser und 31 kWh/(m²a) bei Einfamilienhäusern ausgegangen und entwickelt sich bis 2050 auf 14 / 13 kWh/(m²a). Beim Klimaschutzszenario geht die Entwicklung auf 12 / 11 kWh/(m²a) und beim Best Practice Szenario auf 10,5 / 10,0 kWh/(m²a) im Jahr 2050. Voraussetzung für solch starke Reduktionen ist die jeweils konsequente kurzfristige Anwendung von Top-Runner-Qualitäten seitens der Hersteller und ein zunehmend nachhaltig ausgerichtetes Konsumverständnis.

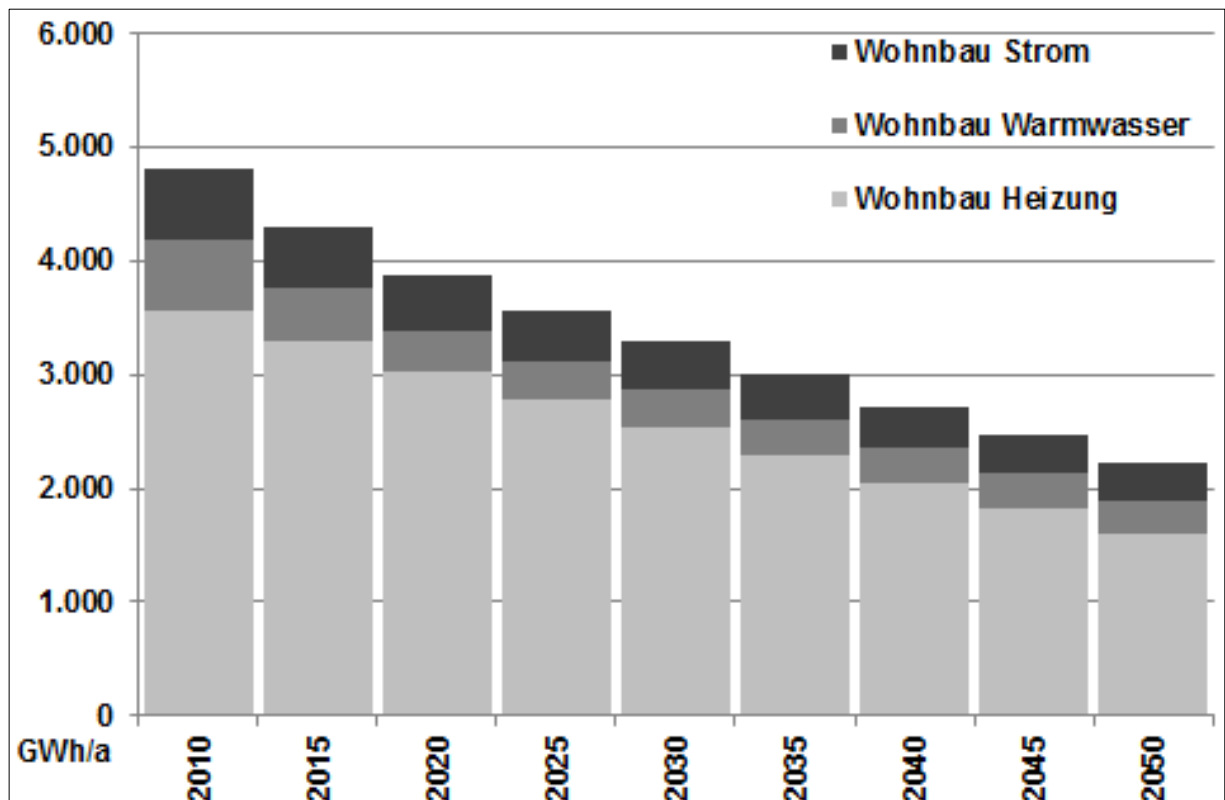


Abbildung 9 Entwicklung des Endenergiebedarfs im Wohnungssektor für das Klimaschutzenszenario mit einer jährlichen Sanierungsquote von 1,5 %

0.4.2 Entwicklung Nichtwohngebäude – GHD und Industrie

Analog zu Vorgehen im Wohnungssektor entstand eine Gebäudetypologie für Nichtwohngebäude. Da die nutzungsorientierten Aspekte in diesem Segment überwiegen, gliedert sich die Systematik nach 22 Hauptnutzungsarten. Darin sind vier Neubaukategorien enthalten, um Besonderheiten für Büro/Verwaltung, Fabrik/Werkstätten, Handel/Gastgewerbe und Sonstige in ihrer weiteren Entwicklung spezifisch abbilden zu können. Für die Energiekennwerte diente eine breite praxisorientierte Datenbasis einer großen Anzahl umgesetzter Projekte als Grundlage, ergänzt durch den Abgleich mit Gesamtverbrauchszahlen, die im parallel erstellten Energienutzungsplan ermittelt wurden [FfE 2012].

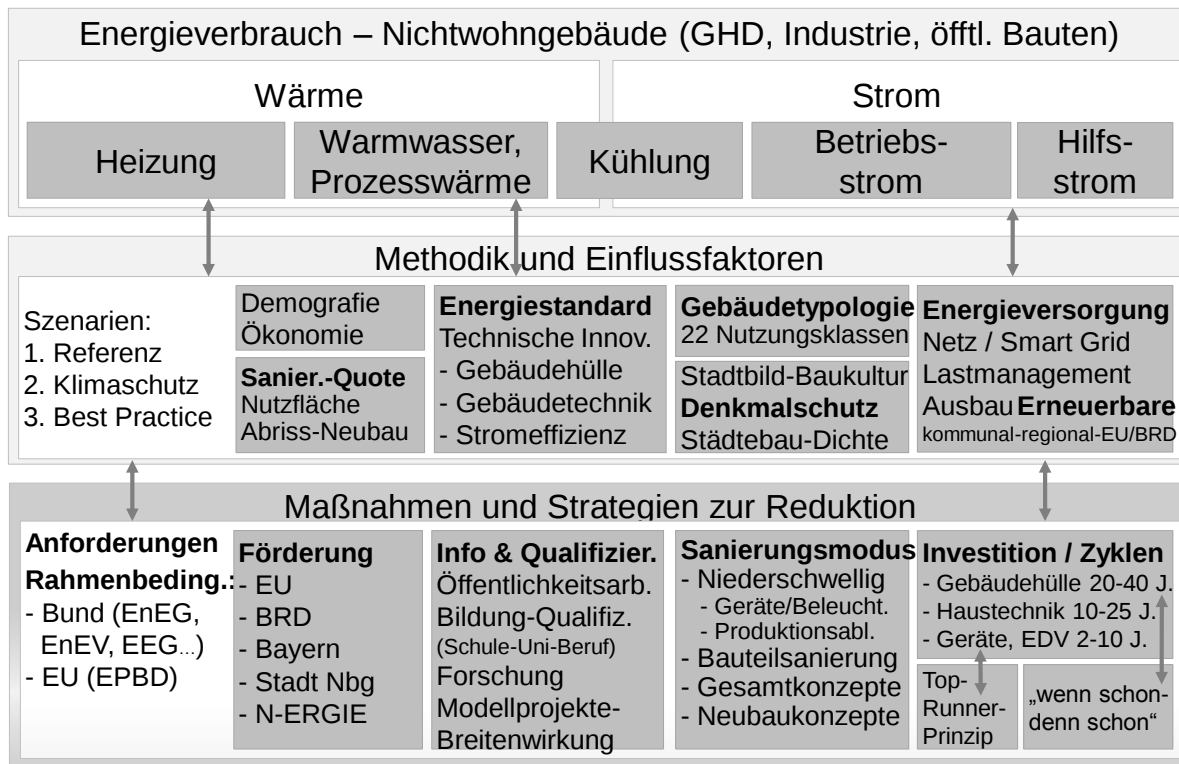


Abbildung 10 Energieverbrauch im Sektor Nichtwohngebäude: Schema der wesentlichen Einflussfaktoren, der Methodik und Maßnahmen und Strategien zur Reduktion des Energieverbrauchs

Ergebnisse Heizenergiebedarf

Bei den Nichtwohngebäuden wird für den Bereich Heizenergie inkl. WW/Prozesswärme eine Reduktion um 38 % beim Referenzszenario (1,2 % Sanierungsquote p. a.) erreicht, beim Klimaschutzszenario mit 1,5 % sind es 55 % und bei 2 % Sanierungsquote 63,5 % Reduktion. Im Best Practice Szenario bei im Mittel 2 % Sanierung des Gebäudebestands beträgt die Reduktion 72,5 %.

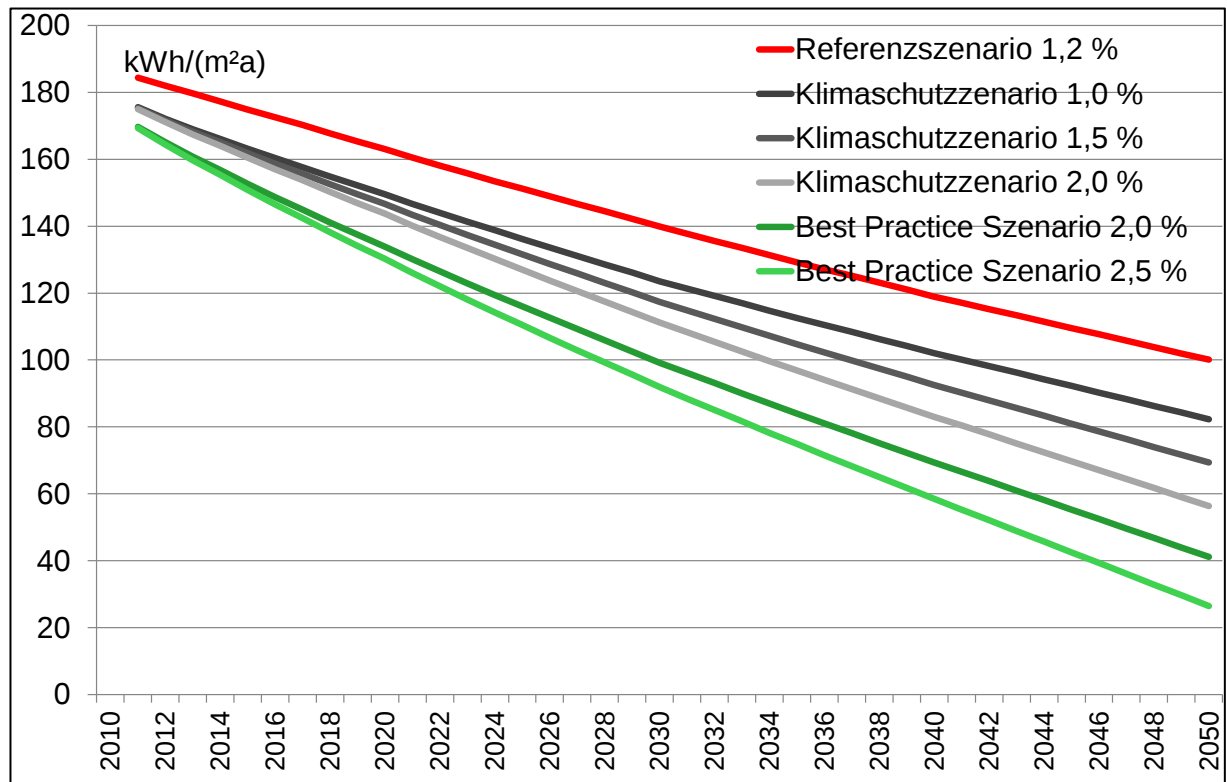


Abbildung 11 Entwicklung des mittleren spezifischen Heizenergiebedarfs für den Nichtwohngebäudebestand in Nürnberg in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Szenarien in kWh/(m²a)

Der Reduktionsverlauf für die 22 Hauptnutzungsarten der Gebäudetypologie wird in der folgenden Abbildung für das Klimaschutzszenario mit 1,5 Prozent jährlicher Sanierungsquote dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Reduktion in den Bereichen Büro und Verwaltung (Typen 03-04), Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäude (Typen 05-06) und Handel und Gastgewerbe (Typen 09-10) zum Teil durch eine erhöhte Abrissquote von 0,85 bis über 2 % p. a. verursacht wird und einem Zuwachs durch (Ersatz-) Neubauten in diesen Segmenten gegenübersteht.

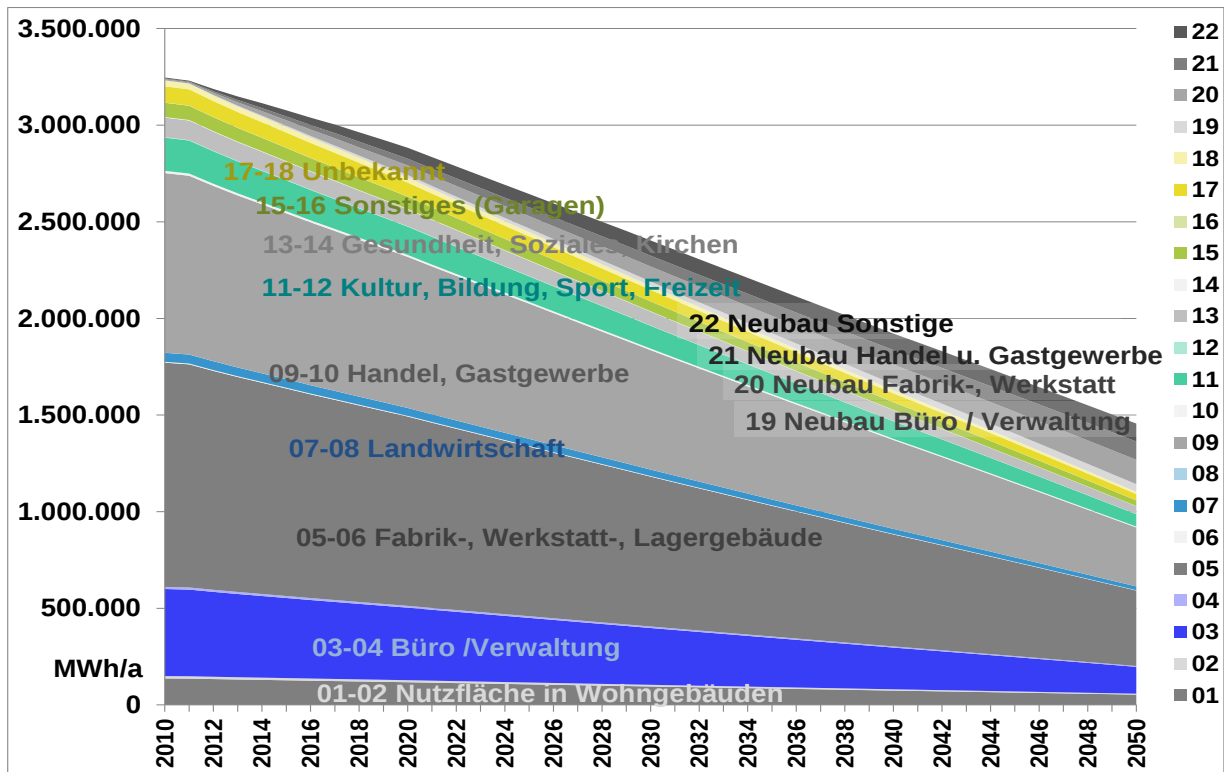


Abbildung 12 Klimaschutzszenario mit 1,5 Prozent Sanierungsquote für die Entwicklung des Energiebedarfs (Heizen und Prozesswärme)

Ergebnisse Strombedarf inkl. Kühlen

Die Reduktion des Strombedarfs wurde im Referenzszenario mit sehr zurückhaltenden Ansätzen versehen. Nur hinsichtlich der Kühlung wurden deutliche Einsparungen unterstellt. Bis zum Jahr 2050 wird gegenüber 2010 nur eine Minderung um 21,8 Prozent auf 1.745.482 MWh/a erreicht. Beim Klimaschutzszenario verringert sich der Stromverbrauch um 51,5 Prozent auf 1.010.882 MWh/a. Voraussetzung ist allerdings ein umfangreiches strategisches Maßnahmenpaket zur Marktdurchdringung, das weit über die technischen Aspekte hinausgeht. Eine nochmals konsequente Anwendung von Top-Runner-Qualität führt im Best Practice Szenario zu einer Reduktion um 60,2 Prozent auf 801.654 MWh/a.

0.4.3 Zusammenstellung Wohn- und Nichtwohngebäude

Die Gesamtbetrachtung aller Gebäude mit Wärme- und Strombedarf für drei ausgewählte Szenarien wird in Tabelle 1 zusammengefasst. Ausgehend von einem gesamten Endenergiebedarf von 10,5 Mio. MWh im Jahr 2011 wird im Referenzszenario (1,2 % Sanierungsquote) eine Reduktion um 34,8 % erzielt, beim Klimaschutzszenario (2 %) um 62,1 % und beim Best Practice Szenario (2 %) um 70,6 %.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Gesamtergebnisse für das Referenzszenario mit 1,2 % jährlicher Sanierungsquote sowie das Klimaschutz- und Best Practice-Szenario mit je 2 % (Endenergie / MWh/a)

Referenzszenario 1,2 %	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Nichtwohnbau Wärme	3.325.510	3.205.393	3.037.534	2.864.813	2.667.828	2.469.727	2.287.955	2.101.899
Nichtwohnbau Strom	2.171.626	2.090.859	2.025.708	1.961.958	1.905.694	1.849.824	1.797.724	1.745.482
Wohnbau Heizung	3.469.048	3.334.871	3.170.113	2.999.496	2.802.598	2.606.751	2.435.837	2.262.400
Wohnbau Warmwasser	529.109	461.814	448.083	435.883	419.571	403.423	392.393	381.284
Wohnbau Strom	653.789	597.980	536.866	485.566	460.671	435.510	413.774	391.291
Klimaschutzszenario 2,0 %								
Nichtwohnbau Wärme	3.050.909	2.825.667	2.551.376	2.276.771	1.998.895	1.723.675	1.455.976	1.183.394
Nichtwohnbau Strom	1.746.232	1.571.016	1.447.443	1.327.529	1.232.097	1.135.958	1.072.848	1.010.882
Wohnbau Heizung	3.251.078	2.918.551	2.620.490	2.324.602	2.024.389	1.728.755	1.452.208	1.173.683
Wohnbau Warmwasser	472.940	366.104	351.573	338.764	326.401	314.027	303.897	293.646
Wohnbau Strom	588.952	486.951	449.815	418.865	393.304	367.471	354.530	341.066
Best Practice Szenario 2,0 %								
Nichtwohnbau Wärme	2.903.552	2.632.144	2.330.989	2.031.554	1.734.093	1.440.673	1.154.394	863.041
Nichtwohnbau Strom	1.528.360	1.281.629	1.160.701	1.044.815	978.027	908.701	854.574	801.654
Wohnbau Heizung	3.164.974	2.777.633	2.461.431	2.147.284	1.829.694	1.517.302	1.223.367	927.385
Wohnbau Warmwasser	430.058	295.582	283.057	272.264	252.290	232.175	222.594	212.841
Wohnbau Strom	540.965	400.557	372.415	348.943	333.922	318.446	308.858	298.851

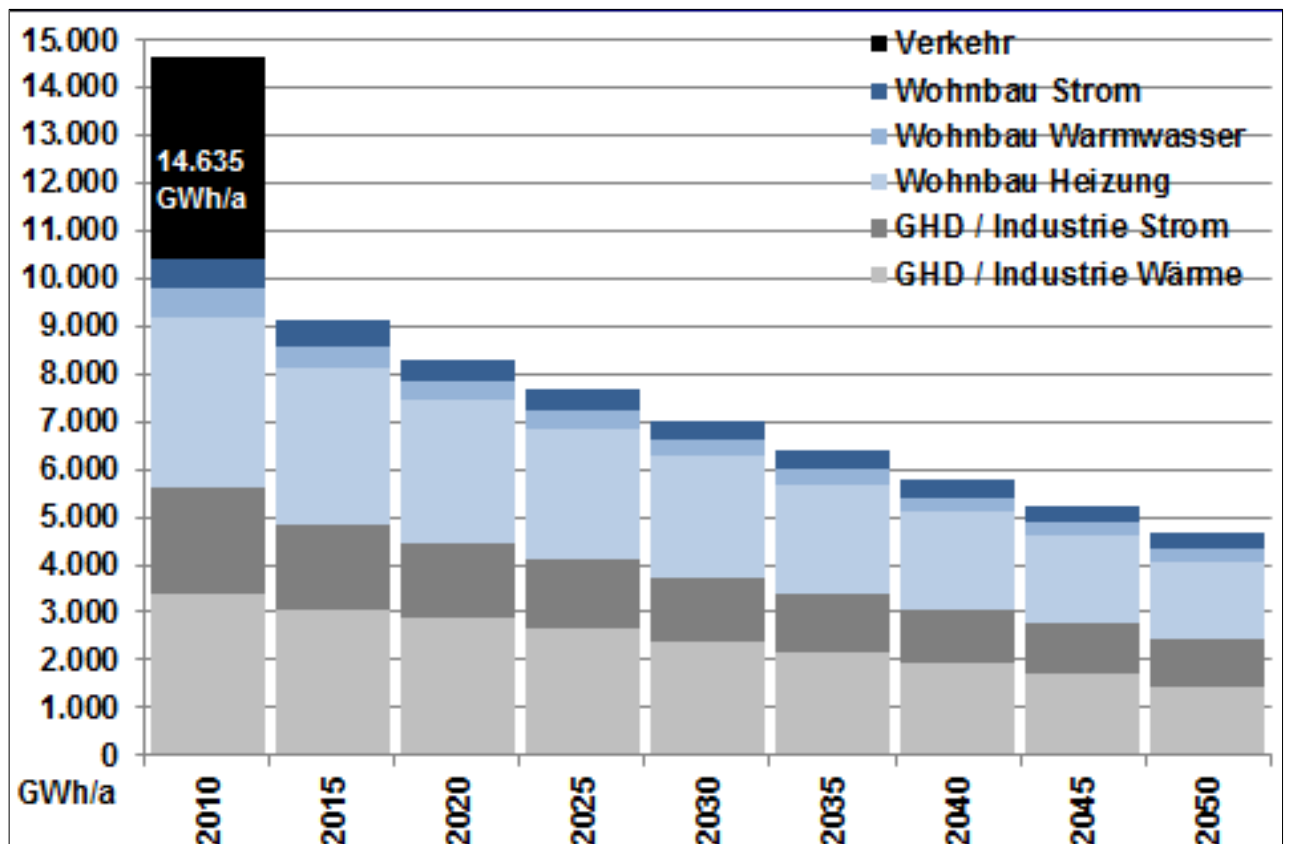


Abbildung 13 Zusammenstellung des Endenergiebedarfs im Nichtwohnungs- und Wohnungssektor für das Klimaschutzszenario mit einer jährlichen Sanierungsquote von 1,5 % [GWh/a]

0.5 Entwicklung der städtebaulichen Energiedichte

Für charakteristische städtebauliche Typologien wurde die aktuelle und zukünftige Energiedichte gemäß den Rahmenbedingungen der drei Szenarien im Vergleich zum Bestand ermittelt. In verdichteten innerstädtischen Gebieten ist Fernwärme nach wie vor wirtschaftlich betreibbar, wenn ein großer Teil der Gebäude an das Netz angeschlossen wird. In den weniger verdichteten Gebieten, insbesondere im Bereich von Einfamilienhausbebauung ist weder Fernwärme noch Gasversorgung mittelfristig sinnvoll, sodass dort Gebäudetechnik-konzepte mit monovalenter Stromversorgung auf Basis von Wärmepumpensystemen oder in ländlichen Gebieten auf Basis von Biomasse Grundlage der Versorgung sind.

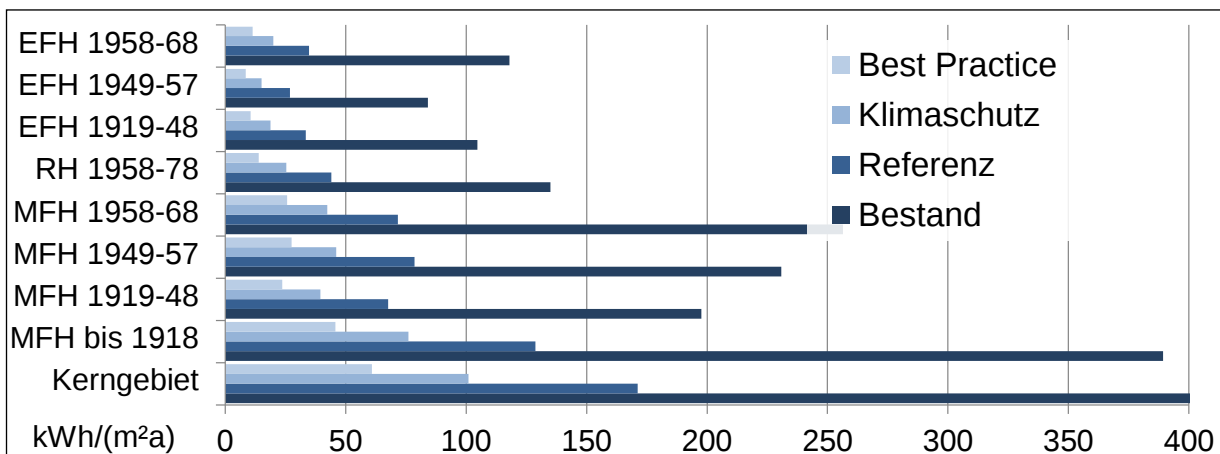


Abbildung 14 Energiedichte charakteristischer Bebauungsgebiete: Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung in kWh pro m² Grundstücksfläche (ohne öfftl. Verkehrsfläche)

0.6 Detailbetrachtung Fernwärme und Gebäudebereich

Im Rahmen der Studie erfolgte eine detaillierte Betrachtung der beiden wichtigen Themenfelder „Gebäudebereich“ und „Fernwärme“.

Der Gebäudebereich stellt sektorenübergreifend ein interessantes Themenfeld dar, da durch den Einsatz von Energieeffizienztechnologien in Neubau und Gebäudesanierung hohe Energiesparpotenziale erschlossen werden können. Die Effizienztechnologien wie z. B. die Faktor 10-Komponenten sind verfügbar und haben sich bereits in der Praxis bewährt. Das Ziel der Zukunft im Gebäudebereich liegt in einem klimaneutralen Gebäudebestand, der einen minimierten Endenergiebedarf an Heizwärme, Warmwasser und elektrischen Strom aufweist und diesen Bedarf nahezu ausschließlich über Erneuerbare Energien deckt. Dadurch werden sich die Versorgungsstrukturen sukzessive ändern. Während in verdichteten Bereichen Fern- und Nahwärmesysteme für Wärme- und Kältenutzung durch eine weiter forcierte Verdichtung eine sinnvolle zukünftige Versorgungsoption darstellen, wird in den Gebieten mit weniger dichter Bebauung die leitungsgebundene Energieversorgung über Strom

erfolgen. Es ist von hoher Bedeutung sowohl die Versorgungsstrukturen hinsichtlich der langfristigen Investitionsentscheidungen gezielt zu entwickeln als auch im Gebäudetechniksektor Techniken voranzutreiben, die diesen neuen Anforderungen gerecht werden.

0.7 Kosten, konjunkturelle Aspekte und Förderansätze

0.7.1 Gebäudespezifische Baukosten der energetischen Sanierung

Aus volkswirtschaftlicher Sicht sollte die energetische Sanierung des gesamten Gebäudebestandes mit möglichst hoher Kontinuität innerhalb der nächsten vierzig bis fünfzig Jahre mit einer mittleren jährlichen Sanierungsquote von 2 bis 2,5 Prozent durchgeführt werden. Die Ertüchtigung der Gebäude ist in dem Moment sinnvoll, wenn die Nutzungsdauer ihrer Bauteile zu Ende geht. Dadurch beschränken sich die Kosten für die energetischen Maßnahmen zum Erreichen des aktuellen Neubaustandards (EnEV 2009) auf 300 bis 500 € pro m² Wohn-/Nutzfläche (alle Kostenangaben gemäß Kostengruppe 300/400 nach DIN 276 inkl. MWSt.). Dreißig bis fünfzig Prozent dieser Kosten stellen Instandsetzungsmaßnahmen dar, die ohnehin erforderlich sind. Soll ein Standard im Bereich KfW Effizienzhaus 55 (=Klimaschutzszenario) erreicht werden, erhöhen sich die Investitionen um 100 bis 150 €/m². Zum Erreichen der Standards gemäß Best Practice Szenario sind weitere 100 €/m² erforderlich.

Darüber hinaus werden in den meisten Fällen Umbaumaßnahmen, Modernisierungen und sonstige Wertverbesserungen ausgeführt, die nochmals 300 bis über 1.000 €/m² ausmachen können.

0.7.2 Konjunkturreffekt und Förderansätze

Im Wohngebäudebereich ergibt sich bei einer Sanierungsquote von 1,5 Prozent ein jährliches Investitionsvolumen von etwa 340 Mio. € bei einer Sanierungsquote von 2,0 Prozent von 450 Mio. €.

Das gleiche Bild ergibt sich im Nichtwohnungsbau. Der zusätzliche jährliche Konjunkturreffekt für das Klimaschutzszenario mit 1,5 % jährlicher Sanierungsquote gegenüber dem Referenzszenario mit 1,2 % Sanierungsanteil beträgt für die Nichtwohnbauten in Nürnberg knapp 100 Mio. € im Jahr.

Durch die Aktivierung der beiden Bereiche können jährlich etwa 200 Mio. € zusätzliche Bauleistungen initiiert werden. Es sollte einer gesonderten Untersuchung vorbehalten sein, ein integrales Förderkonzept durch die Stadt Nürnberg in Verbindung mit Bundes- und Landesmitteln zu entwickeln. Fakt ist, dass die erhöhten Investitionen von 200 Mio. € pro Jahr zu mehr als 25 % in die staatlichen Haushalte zurückfließen. In diesem Sinn ist es für die Stadt

Nürnberg von hoher Bedeutung, sowohl Fördermittel in die Region zu lenken als auch privates Kapital gezielt zu aktivieren.

0.8 Schlussfolgerungen

Hohe Effizienz im Raumwärmesektor mit Zielwerten für den Heizwärmebedarf beim Neubau von 10 bis 15 kWh/(m²a) und der Sanierung von 15 bis 30 kWh/(m²a) ist mit Vermeidungskosten von 0,01 bis 0,05 € pro eingesparter Kilowattstunde zu erreichen und bildet eine wirtschaftliche Grundlage zum Erreichen der Klimaschutzziele bis 2050 sowohl aus betriebswirtschaftlicher als auch volkswirtschaftlicher Sicht. Wichtig ist die Vermeidung von sog. "lost opportunities": Jedes neu erstellte oder sanierte Bauteil sollte möglichst bald top-runner Qualitäten aufweisen. Das gilt ebenso für die Bereiche Warmwasserbereitung bzw. Prozesswärme sowie die Stromanwendungen, wo durch die kurzen Investitionszyklen kurzfristig besonders hohe Effekte erzielbar sind. Die gesetzten Klimaschutzziele können bis 2050 nur dann mit nachhaltigen Mitteln erreicht werden, wenn auf Grundlage höchstmöglicher Effizienz eine gezielte Substitution fossiler Energien durch Erneuerbare unter Anwendung angepasster Gebäudetechnik- und Versorgungssysteme konsequent durchgeführt wird.

Es wurden wichtige zukünftige Handlungsfelder für den rationellen Endenergieeinsatz einerseits allgemein für das Stadtgebiet Nürnberg und andererseits für den Entscheidungsbereich der Stadt Nürnberg beschrieben. Prinzipiell basieren sie auf den beiden Schlüsselementen „Energieeffizienz“ und „Erneuerbare Energien“. Die wichtigsten Handlungsfelder, die im Verlauf der Studie noch genauer beschrieben werden, bestehen in folgenden Punkten:

1. Erreichen eines klimaneutralen Gebäudebestandes durch energetische Gebäudesanierung und energieeffiziente Neubauten
2. Energieeffizienz in den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie
3. Ausbau der Erneuerbaren Energieerzeugung in der Stadt und dem Umland
4. Nutzung von Erneuerbaren Energien in den Verbrauchssektoren
5. Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung in der Energiewandlung und Steigerung der Fernwärmenutzung
6. Senkung der CO₂-Emissionen des Verkehrssektors durch Förderung der Elektromobilität, des ÖPNV und des Rad- und Fußverkehrs

0.9 Maßnahmen zur Umsetzung der Energieeffizienzstrategie

Das Ziel der Energieeffizienzstrategie für Nürnberg liegt darin, einen gangbaren Weg für die Umsetzung der Klimaschutzziele bis 2050 aufzuzeigen. Die dazu erforderlichen Maßnahmen

sind vielschichtig und werden unter den folgenden Gliederungspunkten auszugsweise aufgelistet.

Dabei gilt es die Baukultur zu bewahren und die anstehenden Maßnahmen als Chance für eine architektonisch und städtebaulich hochwertige Weiterentwicklung unseres Stadtbilds zu nutzen. Aus ökonomischer Sicht müssen die dazu erforderlichen Investitionen betriebswirtschaftlich sinnvoll sein, sodass Wohnen und gewerbliche Gebäudenutzung erschwinglich bleibt. Dazu sind aus volkswirtschaftlicher Sicht angemessene Rahmenbedingungen zu schaffen. Energetische Maßnahmen können im positiven Sinn eine Katalysatorfunktion für Stadtentwicklung entfalten. Die Verantwortung für den Klimaschutz muss angemessen auf die Beteiligten übertragen werden in Verbindung mit verbindlichen Zielsetzungen. Diese dürfen aber nicht als Zwang oder existenzielle Bedrohung empfunden werden. Sie müssen allerdings einen verantwortlichen Umgang mit dem Eigentum befördern und ein breites Angebot an gangbaren Lösungsansätzen ermöglichen. Dazu bietet das Gutachten eine Vielzahl von Ansätzen, wobei der Gebäudebestand in der Stadt nach den Grundsätzen des Portfoliomanagements betrachtet werden kann. Niederschwellige Maßnahmen können das Zeitfenster für ohnehin erforderliche Maßnahmen über einen längeren Zeitraum hinausschieben, Bauteilsanierungen stehen für Teilmaßnahmen innerhalb eines Gesamtkonzepts mit überschaubaren finanziellen Belastungen. Bauliche Gesamtkonzepte erfordern kurzfristig den höchsten Aufwand, stellen langfristig aber eher die wirtschaftlichste Lösung dar.

Übergeordnete Rahmenbedingungen für die durchzuführenden Maßnahmen unterscheiden sich in die drei Ansätze Fordern, Fördern und Informieren:

1. Anforderungen durch Gesetze, Verordnungen und kommunale Beschlüsse
2. Förderung auf materieller und immaterieller Ebene
3. Information der Öffentlichkeit, Fortbildung der Akteure und gezielte Marketingkonzepte.

0.9.1 Maßnahmen im Wohnungsbau

Energieeffizienzmaßnahmen sollten immer dann ausgeführt werden, wenn die betreffenden Bauteile das Ende ihrer Nutzungszeit erreicht haben. Im Zuge der dann ohnehin anstehenden Instandsetzung können die energetisch bedingten Mehraufwendungen wirtschaftlich sinnvoll umgesetzt werden. Da die Investitionszyklen für Maßnahmen an der Gebäudehülle bei dreißig bis über fünfzig Jahre liegen, müssen durch energetische Gebäudegutachten Zeitpunkt und Abfolge der Maßnahmen ermittelt werden. Eine zentrale Botschaft lautet dabei: Jedes Bauteil, das saniert wird, muss in einem zukunftsfähigen Standard ausgeführt werden. Dies führt zu folgenden Handlungsansätzen, die es gilt zielgerichtet zu unterstützen:

Niederschwellige Sanierungsmaßnahmen der Gebäude ermöglichen eine Energieeinsparung von 10 bis 25 Prozent und können mit geringen Kosten in großer Breite und gutem Kosten-Nutzen-Verhältnis durchgeführt werden. Diese Herangehensweise ist sinnvoll, wenn die nächste durchgreifende Sanierung erst in mehr als zehn Jahren ansteht oder unklar ist, ob das Gebäude dauerhaft erhalten bleiben soll. Hinsichtlich der Gebäudehülle geht es hierbei um Maßnahmen wie die Dämmung der obersten Geschossdecke bzw. von Kellerdecken sowie um die Abdichtung von Leckagen insbesondere von Fenstern oder Türen und ggf. auch Innendämmung in Teilbereichen. Bei der Heizanlage und Warmwasserbereitung sind Maßnahmen wie die Montage energieeffizienter Pumpen durchführbar, die Dämmung von Rohrleitungen im Verteilsystem, Einbau hochwertiger Thermostatventile, Ausführen eines hydraulischen Abgleichs oder Optimieren der Regelung.

Die Stadt Nürnberg kann diese Maßnahmen durch gezielte Informationen, Broschüren und Öffentlichkeitsarbeit unterstützen. Energieberatung gemäß BAFA sowie Zusammenarbeit mit dem Energieberaternetzwerk ist ein weiterer wesentlicher Ansatzpunkt.

Bauteilsanierung umfasst in mehreren Bauabschnitten jeweils einzelne Teile des Gebäudes. Die Arbeitsschritte basieren auf einem Gesamtkonzept und führen im Ergebnis zu einem umfassend sanierten Gebäude auf hohem Effizienzniveau. Wichtig dabei ist die jeweils individuell sinnvolle Zusammenstellung der Maßnahmen eines Bauabschnitts um Schnittstellprobleme und daraus resultierende erhöhte Kosten zu minimieren. So können Dach- und Kellerdeckensanierung als Einzelmaßnahme ausgeführt werden. Wand und Fenster sind dagegen immer gemeinsam anzugehen. Am Schluss steht die Gebäudetechnik und insbesondere Heizung, die den neuen Gegebenheiten von ihrer Leistung her anzupassen ist.

Eine Förderung dieser Maßnahmen ergänzend zur KfW-Förderung des Bundes erscheint sinnvoll als erweiterte Fortschreibung des bisherigen CO₂-Minderungsprogramms. Zu beachten ist dabei, dass nur technische Standards gefördert werden, die den Anforderungen des Klimaschutzkonzepts bis 2050 entsprechen.

Komplettsanierung auf hohem Effizienzniveau unter Einsatz von Passivhaus-Komponenten mit dem Standard KfW Effizienzhaus 55 und besser ist die langfristig wirtschaftlichste Lösung. Sie erfordert aber kurzfristig einen erhöhten Finanzierungsaufwand gegenüber bisher üblichen Standardsanierungen in Höhe von 100 bis 150 € pro m² Wohnfläche. Schlechtere Standards führen vor 2050 zu erneuten Sanierungsanforderungen, erfordern also vor Ablauf der Bauteil-Nutzungszeiten eine erneute Sanierung, die sich wirtschaftlich äußerst nachteilig darstellt.

Eine ergänzende städtische Förderung für den Standard KfW Effizienzhaus 55 ist sehr zu empfehlen. Plusenergiekonzepte für einzelne Bestandsgebäude sollten ebenso als Modellprojekt gefördert werden wie die Umsetzung von Plusenergiebilanzen in Bebauungsgebieten.

Beim **Neubau** ist ab dem Jahr 2021 der „nearly zero emission standard“ nach EPBD der EU vorgesehen. Dieser Standard entspricht dem Klimaschutzszenario des Gutachtens und ist ausreichend für die Erreichung der Ziele. Die bis zum Jahr 2020 gebauten Gebäude sollten allerdings zu einem möglichst großen Anteil bereits mit diesem hohen Effizienzstandard gebaut werden.

Analog zur Gebäudesanierung ist eine ergänzende städtische Förderung für die Standards KfW Effizienzhaus 40 bzw. den Passivhaus-Standard sinnvoll. Plusenergiekonzepte sollten modellhaft für einzelne Gebäude und Baugebiete durchgeführt werden.

Stromnutzung weist im Haushaltsbereich ein großes Potenzial an kurzfristig erschließbaren Einsparungen auf, die sowohl durch effizientere Geräte als auch durch Nutzerverhalten zu erreichen sind. Zugleich ist dieser Sektor anfällig für den Rebound-Effekt, sodass die Verbrauchswerte in den letzten Jahren eher gestiegen als gesunken sind.

Anreize für den Austausch alter Geräte gegen Hocheffizienzgeräte können erhöht werden. Darüber hinaus sind immaterielle Anreize von Bedeutung und eine Marketing- und Öffentlichkeitsoffensive, die Stromsparen „sexy“ macht. Mit Herstellern und Verbrauchermärkten könnten Maßnahmen abgestimmt werden, um nach dem Top-Runner-Prinzip jeweils die besten Energiespargeräte in den Markt zu bringen und schlechte Standards gezielt aus dem Sortiment zu nehmen.

0.9.2 Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie

Die hohen Effizienzpotenziale in den Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) und Industrie weisen hinsichtlich der baulichen Aspekte vergleichbare Ansatzpunkte wie im Wohnungsbau auf, unterscheiden sich jedoch in den Umsetzungsstrategien erheblich.

Niederschwellige Sanierungsmaßnahmen der Gebäude ermöglichen wie im Wohngebäudebereich Einsparungen von 10 bis deutlich über 25 Prozent. Sie können mit günstigen Amortisationszeiten durchgeführt werden und lohnen sich oftmals auch bei kurzen Zeithorizonten von fünf bis zehn Jahren. Aufgrund der geringeren Investitionszyklen kann es bei der Gebäudetechnik und im Bereich Prozesswärme sinnvoll sein, Anlagen zu modernisieren oder zu erneuern. Die Einführung von Facility Management Systemen bietet ein darüber hinausgehendes Einsparpotenzial.

Seitens der Stadt Nürnberg können in Zusammenarbeit mit der IHK etc. Energieeffizienzberatungen auf Basis vorhandener Beratungsprogramme z. B. der KfW durchgeführt werden.

Bauteilsanierung oder Modernisierung in Bauabschnitten kann aus Finanzierungsaspekten oder aus Gründen des Betriebsablaufs ein sinnvolles Vorgehen darstellen, das im Rahmen eines umfassenden Gesamtkonzepts durchgeführt wird. Als Ergebnis sollte ein energetisch hochwertiges Gebäude nach den Standards des Klimaschutzszenarios oder besser stehen.

Komplettsanierung auf hohem Effizienzniveau unter Einsatz von Passivhaus-Komponenten ist die langfristig wirtschaftlichste Lösung. Sie erfordert aber kurzfristig einen erhöhten Finanzierungsaufwand gegenüber bisher üblichen Standardsanierungen in Höhe von 70 bis 150 € pro m² Wohnfläche.

Die Stadt Nürnberg kann diese Maßnahmen gemeinsam mit Akteuren wie der IHK durch gezielte Informationen, Broschüren und Öffentlichkeitsarbeit unterstützen. Es sollte geprüft werden, ob für Bauteilsanierungen und Komplettsanierungen Modellprojekte gefördert werden können.

Beim **Neubau** gilt auch im Nichtwohnbereich ab dem Jahr 2021 der „nearly zero emission standard“ nach EPBD der EU. Die bis dahin zu erstellenden Gebäude sollten zu einem möglichst hohen Anteil im Passivhaus-Standard bzw. im Standard KfW Effizienzhaus 40 erstellt werden.

Passivhaus- und Plusenergiekonzepte sollten modellhaft durch die Stadt materiell und immateriell gefördert werden. Investoren sollten bei der Projektentwicklung durch ein Energieberaterteam unterstützt werden, das z. T. durch die Stadt finanziert wird.

Stromnutzung weist im gewerblichen Sektor ein hohes Einsparungspotenzial auf mit guten wirtschaftlichen Randbedingungen. Eine konsequente Optimierung im Beschaffungsbereich ermöglicht Reduktionen von bis zu fünfzig Prozent im Büro-Sektor sowie bei Beleuchtungskonzepten. In der Produktion wurden von vielen Betrieben in den letzten Jahren ebenfalls hohe Einsparungen erzielt, die jedoch von der individuellen Fertigung abhängig sind. Sinnvoll ist die Anwendung und (Fort)-Entwicklung von Branchenenergiekonzepten in den Unternehmen durch Kooperationen mit N-ERGIE, Handwerkskammer, IHK Nürnberg und Berufsverbänden sowie das Erschließen von Energie- und Materialeffizienz in der Produktentwicklung und der Produktion. Energieeinsparungen in Industrie und GHD stärken letztendlich durch geringere Energiekosten die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen.

Gezielte Information von Betrieben durch die Stadt in Verbindung mit Beratungsangeboten in Zusammenarbeit mit der N-ERGIE, IHK etc.

0.9.3 Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien sind im Zusammenwirken mit den Effizienzmaßnahmen Grundvoraussetzung für das Erreichen der Klimaschutzziele. Die EnergieRegion Nürnberg wird nur dann mittelfristig von der Energiewende profitieren, wenn sie beispielhaft regenerative energetische Wertschöpfung in ihre regionalen Wirtschaftsstrukturen integriert und mithin als erfolgreicher Know-how-Träger national und international wahrgenommen wird. Dafür muss der größte Teil der regenerativen Energieerzeugung in Nürnberg und der Region erfolgen in Verbindung mit der Einbindung in das nationale und europäische Verbundnetz.

Potenzialanalysen zur Gewinnung erneuerbarer Energien in der Stadt Nürnberg und der Region sollten detailliert für die Bereiche Windkraft, Solarenergie und Biomasse erstellt werden. Die Studie gibt Zielgrößen für die unterschiedlichen Gestehungsarten in Kapitel 9 vor, die es zu validieren gilt. Hinsichtlich der Speicher- und Regelsysteme ist es sinnvoll, eine Detailstudie zu erstellen, die das Potenzial des Gebäudebestands in der Stadt Nürnberg quantifiziert. Durch Speicherung in Form von Raumwärme und Lastmanagement können Gebäude deutlich mehr Beiträge liefern als von Versorgerseite bisher in Ansatz gebracht werden. Dadurch sind hohe Kosteneinsparungen beim Netz- und Lastmanagement möglich.

0.9.4 Information, Marketing und Nutzerverhalten

Information und Öffentlichkeitsarbeit sind Aufgabe eines weiten Informationsnetzes in der Stadt Nürnberg und der Region. Es gilt diesen Verbund weiter gezielt auszubauen und synergetische Arbeit mit hoher Wirksamkeit zu induzieren. Ergänzend sollten moderne Marketingkonzepte integriert werden. Inhaltlich gilt es, sowohl Gesamtkonzepte und Modellvorhaben zu befördern. Gleichzeitig sollte jedoch Wert auf niederschwellige Maßnahmen mit möglichst hoher Breitenwirkung gelegt werden, die insbesondere auch auf das Nutzerverhalten abzielen.

Aufgaben der Stadt Nürnberg können in folgenden Bereichen liegen:

- Institutionalisierung von Netzwerken, insbesondere eines Partnernetzwerks aus Energieberatern, Planern / Architekten, ausführenden (Handwerks)-Firmen und Industrie
- Beratungsangebote und Förderberatung in Zusammenarbeit mit diesen Netzwerken
- Durchführung von Informationsveranstaltungen von den Altbautagen über Messen bis hin zu kleinteiligeren Infos für eine große Zahl individueller Zielgruppen
- Erstellen und Durchführen von Marketingkonzepten.

0.9.5 Fortbildung, Qualifizierung und Forschung

Klimaschutzmaßnahmen, Effizienztechniken und der Ausbau erneuerbarer Energien müssen eine Gesamtintegration in unser Schul- und Ausbildungswesen erfahren sowie einen integralen Bestandteil von Fortbildungsprogrammen darstellen. Forschungseinrichtungen stellen eine Voraussetzung für den Vorsprung der Metropolregion beim Energiethema dar und sollten mit den Bildungseinrichtungen ebenso verknüpft sein wie mit der Wirtschaft.

Die Stadt Nürnberg in Verbindung mit den jeweiligen Bildungs- und Forschungseinrichtungen kann Impulse zu folgenden Anforderungen geben:

- Schulen: Etablieren von Klimaschutzbildung in den Lehrplan, Projekttag in der Region
- Universitäten: Forcieren von wissenschaftlichen Instituten und Lehrstühlen zum Thema (Energiecampus etc.), schnelles Anpassen der Lehrinhalte entsprechend dem Stand der Technik, Projektbezogene Studiengänge an konkreten Best-Practice-Beispielen (z. B. Solar Decathlon Europe etc.), gezielter Verbund von wissenschaftlich ausgerichteten Lehrstühlen mit Verwaltung, Industrie und Baupraxis
- Fortbildung Handwerk: Angebote seitens der HWK und der Innungen, Netzbildung von Handwerkern, Information seitens einer neutralen Stelle über Handwerksbetriebe mit Qualifizierung und Referenzprojekten (Internet, Listen, Beratung)
- Fortbildung Architekten und Ingenieure: Etablieren von Fortbildungsangeboten seitens der Energieagentur Nordbayern, der Architektenkammer, Netzbildung von Architekten und Ingenieuren, Information seitens einer neutralen Stelle über Planer mit Qualifizierung und Referenzprojekten (Internet, Listen, Beratung)
- Fortbildung Entscheidungsträger und Verwaltung
- Wissenschaftliche interdisziplinäre Forschung mit Praxisbezug: Einrichten einer Forschungs-Antragsstelle zur Unterstützung von Hochschulen, Institutionen und Praktikern im Verbund der gesamten Region bei der Beantragung von Forschungsmitteln; Plattform für interdisziplinäre Forschung; Best-Practice-Forschung mit interdisziplinären Teams aus Hochschulen, Instituten und aus der Praxis; Unterstützungsplattform zur Projektförderung von Modellprojekten; Einrichten eines Forschungsschwerpunkts „Breitenwirkung“.

0.9.6 Finanzierung und Förderung

Die Energiewende ist ein technisches und gesellschaftliches Großprojekt, das vergleichbar zur industriellen und digitalen Revolution gesehen werden muss und in seiner Dimension der Aufbauleistung nach dem Zweiten Weltkrieg entspricht. Die aktuell hohe Bereitschaft zur In-

vestition in Immobilien und in Erneuerbare Energien muss genutzt werden, um Investments mit Maßnahmen zur Energieeffizienz zu verknüpfen und privates Kapital gezielt zu aktivieren.

Impulse seitens der Stadt Nürnberg liegen u. a. in folgenden Bereichen der Finanzierung und Projektentwicklung. Darüber hinaus muss sehr ernsthaft geprüft werden, welche Effekte durch monetäre Förderungen erzielt werden können und in welchem Maß Fördermittel in den städtischen Haushalt zurückfließen. Sicher ist davon auszugehen, dass mit den aktuellen Fördervolumina die Erfordernisse der Energiewende bei Weitem nicht erfüllt werden können:

- Erstellen einer Studie zu Fördermodellen hinsichtlich der Klimaschutzanforderungen und deren Auswirkungen auf Konjunktur und Haushalt der Stadt Nürnberg
- Auf- und Ausbau einer interdisziplinären Projektgruppe für Fundraising im Bereich Klimaschutz und zur Konzeption von Projektanträgen für Fördermittel auf EU-, Bundes- und Landesebene (s. o. Fortbildung, Qualifizierung und Forschung)
- Gezieltes Ansprechen von Investoren für Effizienz- und Klimaschutzprojekte bzw. Einbindung dieser Aspekte in ihre Investments
- Aufbau von Anlagemodellen zur Aktivierung von privatem regionalem Kapital im Bereich der Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz.

0.9.7 Maßnahmen im Verkehrssektor

Der Verkehrssektor ist neben dem Strom- und Wärmeverbrauch einer der größten CO₂-Emittenten in der Stadt Nürnberg. Innerhalb des Verkehrssektors entfällt der größte Anteil des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen auf den motorsierten Individualverkehr (mIV). Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) in der Stadt Nürnberg ist bereits sehr gut ausgebaut und trägt zu einer Begrenzung der CO₂-Emissionen bei. Weitere Potenziale bestehen darin, das Verkehrsaufkommen vom mIV noch stärker auf den ÖPNV, Rad- und Fußverkehr zu verlagern. Das kürzlich eingerichtete Fahrrad-Leihsystem NorisBike trägt bereits dazu bei. Zur Bewältigung der steigenden Verkehrsentwicklung empfiehlt sich ein Mix aus vier Strategien:

- Verkehrsvermeidung von unnötigem Verkehr
- Verkehrsverlagerung
- Nachhaltige und umweltfreundliche Gestaltung des motorisierten Individualverkehrs
- Ausbau des ÖPNV, Fuß- und Radverkehrs
- Förderung der Elektromobilität auf Basis regenerativen Stromes

Die Stadt Nürnberg kann innerhalb des Verkehrssektors in folgenden Bereichen Anreize zu einem umweltfreundlichen Verhalten geben:

- Umstieg vom Pkw auf den ÖPNV durch die Einrichtung zusätzlicher Park-and-Ride-Parkplätze
- Ausbau des Radwegenetzes
- Abgestimmte Ampelschaltung für Radfahrer
- Erweiterung des Ladestellennetzes für Elektrofahrzeuge
- Angepasste Tarifgestaltung im ÖPNV, teilweise Verlagerung des Fahrgastaufkommens in Randzeiten

Die Maßnahmen werden in den Kapiteln 10 und 11 ausführlich dargestellt.

1 Politische Rahmenbedingungen

1.1 Energiekonzept der Bundesregierung vom 28.09.2010

Das Energiekonzept der Bundesregierung vom 28. September 2010 für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Es reflektiert folgende Kerngedanken für die Zukunft¹:

- Deutschland bleibt ein leistungsfähiger Industriestandort
- Wettbewerb herrscht auf den Energiemärkten
- Der Energieverbrauch verursacht ca. 80 Prozent der THG-Emissionen²
- Der Energiemix der Zukunft basiert auf Erneuerbaren Energien
- Die Kernenergie gilt als Brückentechnologie
- Es erfolgen ein Ausbau der Stromnetze und eine Modernisierung der Infrastruktur
- Die energetische Gebäudesanierung bildet den Schwerpunkt der Energieeffizienz

Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050 geben eine Reduzierung von Energieverbrauch und Emissionen vor:

Tabelle 2: Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050³

Bereich /Reduktion	Bezugsjahr	Bis 2020	Bis 2030	Bis 2040	Bis 2050
Treibhausgas-Emissionen	1990	- 40 %	- 55 %	- 70 %	Mind. – 80%
Primärenergieverbrauch	2008	- 20 %	-	-	- 50 %
Stromverbrauch	2008	- 10 %	-	-	- 25 %
Verkehrssektor Endenergieverbrauch	2005	- 10 %	-	-	- 40 %

Die Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050 sollen in erster Linie durch eine Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien bei Strom und Wärme erreicht werden. Die Schwerpunkte bilden dazu die Windkraft (On- und Offshore-Bereich), die Solar- und die Bioenergie.

¹ Vgl. Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, 28. September 2010

² Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen)

³ Vgl. Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, S.5, Berlin, 28. September 2010,

Tabelle 3: Anteile Erneuerbarer Energien in der Zukunft⁴

Anteile Erneuerbarer Energien	Bis 2020	Bis 2030	Bis 2040	Bis 2050
Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch	18 %	30 %	45 %	60 %
Anteil der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch	35 %	50 %	65 %	80 %

Die Stadt Nürnberg hat sich im Rahmen des Klimaschutzes das Ziele einer Verringerung der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 um 40 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 gesetzt. Dies entspricht exakt dem Wert aus dem Energiekonzept der Bundesregierung für die gesamte Bundesrepublik Deutschland. Der Anteil an regenerativen Energien soll in Nürnberg bis zum Jahr 2020 auf 20 Prozent steigen. Für die Bundesrepublik Deutschland liegt dieses Ziel mit 18 Prozent in einer vergleichbaren Größenordnung.

Das Energiekonzept der Bundesregierung vom 28. 9. 2010 weist darauf hin, dass „die energetische Sanierung des Gebäudebestands der zentrale Schlüssel zur Modernisierung der Energieversorgung und zum Erreichen der Klimaschutzziele“ ist. Das Ziel ist es deshalb, den Wärmebedarf des Gebäudebestandes langfristig mit dem Ziel zu senken, bis 2050 nahezu einen klimaneutralen Gebäudebestand zu haben. Klimaneutral heißt, dass die Gebäude nur noch einen sehr geringen Energiebedarf aufweisen und der verbleibende Energiebedarf überwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Dafür ist die Verdopplung der energetischen Sanierungsrate von jährlich etwa 1 % auf 2 % erforderlich. Richtigerweise wird darauf hingewiesen „Dies ist nicht zum Nulltarif zu haben, sondern erfordert erhebliche Investitionen, die aber langfristig auch zu einer Kostenersparnis führen. Die Umsetzung dieser Strategie erfordert geeignete und verlässliche rechtliche Rahmenbedingungen, Zeit und Geld. Deshalb ist ein langfristiger Sanierungsfahrplan erforderlich, der den Akteuren sowohl den Orientierungsrahmen für Investitionen gibt, wie auch die notwendige Flexibilität belässt.“

Die Mitgliedschaft der Stadt Nürnberg beim „Covenant of Mayors“ (Konvent der Bürgermeister) der Europäischen Union macht den Klimaschutz zu einem wichtigen politischen Ziel. Für die erforderliche Berichterstattung beim Covenant of Mayors wurde die Erstellung eines nachhaltigen Energie-Aktionsplans (Sustainable Energie Action Plan, SEAP) im Jahr 2009 durchgeführt. Darin wurden die Kennwerte zum Endenergieverbrauch und den CO₂-

⁴ Vgl. Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, S.5, Berlin, 28. September 2010,

Emissionen in zwei sog. Emissions-Inventaren für die Jahre 1990 (Basisjahr) und 2004 (seinerzeit aktuelles Berichtsjahr) dargestellt.⁵ Daneben enthält der SEAP die Maßnahmen zur Energie- und CO₂-Einsparung in den unterschiedlichen Bereichen Gebäude, Verkehr, Industrie, Stadtplanung etc. mit den entsprechenden CO₂-Reduktionsmengen. Die Ziele zum Erreichen der Energieeffizienzstrategie bis zum Jahr 2050 gehen damit über die geplante CO₂-Reduktion von minus 40 Prozent bis zum Jahr 2020 hinaus. Für das Jahr 2013 ist die Erstellung eines sog. Implementation Reports für den Konvent geplant, der den Zwischenstand der Klimaschutzmaßnahmen feststellen soll.

1.2 Energiewende im Jahr 2011

Während der laufenden Bearbeitung der Studie „Energieeffizienzstrategie 2050 Stadt Nürnberg“ ereignete sich am 11. März 2011 das Seebeben vor den japanischen Küste. Die verursachte Tsunamiwelle führte zu dem Reaktorunfall im Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi. Die weiteren Vorkommnisse mit dem Freisetzen von Radioaktivität führten auch in Deutschland zu einer Neubewertung der Kernkraft. Die Bundesregierung veröffentlichte als Resultat am 06.06.2011 das Eckpunktepapier zur Energiewende mit dem Titel „Der Weg zur Energie der Zukunft – sicher, bezahlbar und umweltfreundlich“. Das Eckpunktepapier beschreibt den Wandel der Energieversorgung von den fossilen und atomaren Energieträgern hin zu den Erneuerbaren Energien. Der vollständige Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie wurde schrittweise bis Ende des Jahres 2022 festgelegt. Folgende Punkte stellen die zentralen Gedanken und Ziel des Eckpunktepapiers dar:

- Eigenständige Erzeugung des Nettostrombedarfs in Deutschland
- Neubewertung der Risiken der Kernkraft in Deutschland
- Stromerzeugung aus Kernkraft endet in Deutschland spätestens im Jahr 2022
- Beschleunigung des Umbaus der Energieversorgung zugunsten der Erneuerbaren Energien
- Sukzessive Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 40 % bis 2020, um 55 % bis 2030 , um 70 % bis 2040, 80 % bis 95 % bis zum Jahr 2050
- Energiewende schafft Beschäftigung, Wachstum und Exportmöglichkeiten
- Erneuerbare Energien als zentraler Baustein der zukünftigen Energieversorgung
- Novellierung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG)
- Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung von derzeit 17 % auf 35 % im Jahr 2020

⁵ Der SEAP und weitere interessante Informationen zur Stadt Nürnberg sind auf der Internetseite des Konvents der Bürgermeister zu finden: http://www.eumayors.eu/about/signatories_de.html?city_id=35&seap

- Senkung des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2020 um 10 %
- Einrichtung eines KfW-Förderprogramms „Offshore Windenergie“ mit einem Volumen von 5 Mrd. €
- Novelle des Bauplanungsrechts zur einfacheren Verbesserung (Repowering) bestehender Windkraftanlagen und zur Errichtung von PV-Anlagen an bzw. auf Gebäuden
- Erstellung einer Windpotenzialstudie zur Ausweisung neuer Eignungsflächen für Windkraftanlagen an Land
- Forcierung des erforderlichen Netzausbaus durch ein Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG)
- Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG), v. a. zur Gestaltung der Rahmenbedingungen für intelligente Speicher und Netze
- Das neue Energieforschungsprogramm der Bundesregierung fördert die Forschung und Entwicklung insbesondere für Speicher und Netze
- Fertigstellung der im Bau befindlichen fossil befeuerten Kraftwerke bis 2013
- Novelle des KWK-Gesetzes zur Förderung der KWK-Technologie
- Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich durch die EnEV 2012
- Erhöhung der Finanzmittel für das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm
- Einführung eines Sanierungsfahrplans für den Gebäudebestands
- Durchführung der öffentlichen Beschaffung nach Energieeffizienzkriterien
- Weiterführung der klimafreundlichen Gestaltung der Mobilität
- Monitoringprozess zur Überwachung der Ziele
- Verbesserung der Sicherheit bestehender Kernkraftwerke in Europa

Das Eckpunktepapier greift damit das Energiekonzept der Bundesregierung vom 28.09.2010 auf und erweitert es um elementare Punkte, da es den Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie festlegt. Das „Energiepaket“ der Bundesregierung vom 6. Juni 2011 im Zusammenhang mit der Entscheidung zum Atomausstieg nach Fukushima soll die Maßnahmen des Energiekonzepts vom 28. 9. 2010 ergänzen und ihre Umsetzung beschleunigen. Dort wird die zeitliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen präzisiert: bis 2020 um „40 %, bis 2030 um 55 %, bis 2040 um 70 % und bis 2050 um 80 % bis 95 % jeweils gegenüber 1990“.

Wesentliche Gestaltungen der Energie- und Klimaschutzpolitik finden auf EU-Ebene statt. Insbesondere die Entwicklung der EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie (s. Folgekapitel) wird intensive Einflüsse auf die Entwicklung des Gebäudebestandes haben.

Aktuell ist jedoch festzustellen, dass die Energiewende nicht in dem Maße vorangetrieben wird, wie es noch im Jahr 2011 unter den unmittelbaren Eindrücken der Ereignisse in Fukushima von der Politik propagiert wurde.

1.3 Grundlagen für die Stadt Nürnberg

Die Stadt Nürnberg hat bereits Reduktionsziele bis zum Jahr 2020 mit entsprechenden Handlungsstrategien verabschiedet, die einer Reduzierung der CO₂-Emissionen um 40 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 vorsehen. Dies soll innerhalb der Effizienzstrategie durch die Verminderung des Endenergieverbrauchs und die zunehmende Nutzung Erneuerbarer Energien erreicht werden. Langfristige konzeptionell definierte Effizienzstrategien über das Jahr 2020 hinaus liegen bis jetzt nicht vor. Der Betrachtungszeitraum bis zum Jahre 2050 wird erhebliche Anpassungen der bereits vorliegenden mittelfristigen Strategien notwendig machen. Dies gilt ebenso für Wechselwirkungen innerhalb der Sektoren und Energie-träger, die bei einem Betrachtungszeitraum von 40 Jahren viel deutlicher auftreten.

Die ENERGIEregion GmbH hat in der Vergangenheit bereits den Klimaschutzbericht 2006 und den Klimaschutzfahrplan 2010/2020 und das CO₂-Monitoring für die Stadt Nürnberg erarbeitet. Langfristig angelegte Konzepte sind bisher i. d. R. nur für die Bundesrepublik Deutschland, einzelne Bundesländer und größere Städte (z. B. die Landeshauptstadt München) durchgeführt worden. Die ambitionierten Ziele der Energieeffizienz und des Einsatzes Erneuerbarer Energien erfordern abgestimmte, zielorientierte Maßnahmen.

Es wurde für Nürnberg ein Energienutzungsplan (ENP) erarbeitet, dessen detaillierte Analysen des räumlichen Energieangebotes als Basis für eine Hochrechnung bis 2050 herangezogen werden. Neben der Untersuchung von Grundsatzstrategien und Rahmenbedingungen werden für zwei Themenbereiche detaillierte Analysen durchgeführt werden. Dabei handelt es sich um den Sektor Gebäude und den Energieträger Fernwärme. Für alle weiteren Endenergieträger und Sektoren werden summarische Aussagen erarbeitet.

Ergänzend werden vorbildliche Maßnahmen bei der Energieeffizienz in Europäischen Städten berücksichtigt, die wie die Stadt Nürnberg am Wettbewerb der Europäischen Union zur „European Green Capital“ erfolgreich teilgenommen haben.

Die Studie baut auf folgenden Grundlagen auf, die für die Stadt Nürnberg in den letzten Jahren erstellt wurden. Dies sind insbesondere folgende Studien:

- Klimaschutzbericht der Stadt Nürnberg 1999 [Stadt Nürnberg, Umweltreferat 1999]
- Fortschreibung Klimaschutzberichte der Stadt Nürnberg 2006 [EnergieRegion GmbH, 2006]
- Klimaschutzfahrplan 2010/2020 Stadt Nürnberg [EnergieRegion GmbH, 2007]

- Monitoring und Indikatorensystem Stadt Nürnberg (2011/2012, Energieagentur Nordbayern GmbH)
- Energienutzungsplan für die Stadt Nürnberg FfE München [FfE 2012].
- Die Studie „Energiezukunft 2050“ der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. im Auftrag von EnBW, E.ON Energie, RWE Power und Vattenfall Europe untersucht den Energieverbrauch im IST-Zustand in der Bundesrepublik Deutschland.⁶ Die genutzten Technologien werden in Bezug auf den Bedarf an Energiedienstleistungen betrachtet, womit eine Fortschreibung des Endenergiebedarfs für die Zukunft bis zum Jahr 2050 erreicht wird. Im Jahr 2007 beträgt der Endenergieverbrauch in Deutschland ca. 8.581 Petajoule (bzw. 2.384 Terawattstunden) entspricht. Drei Szenarien untersuchen den Endenergiebedarf und dessen Deckung in Deutschland im Zeitraum der Jahre 2005 bis 2050.
- Energieinitiative Südstadt (2010/2011, Stiftung Stadtökologie). Die Studie zur Energieinitiative Südstadt wurde durch Kooperation der Stiftung Stadtökologie unter Leitung von Herrn Thomas Späth, des Umweltamtes der Stadt Nürnberg und weiteren Partnern erstellt. Sie analysiert den Gebäudebestand in der Nürnberger Südstadt und greift sinnvolle Sanierungsmöglichkeiten auf. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der hohen Bedeutung der Mehrfamilienhäuser.

Die einzelnen Dienststellen der Stadt Nürnberg haben ihre klimarelevanten Themen und Strategien in einem gemeinsamen Workshop am 19.01.2011 im Rathaus vorgestellt. Die wichtigsten Gedanken sind in den folgenden Kapiteln dargestellt. Daneben haben einige Kommunalunternehmen schriftlich ihre Aktivitäten im Klimaschutz dargelegt.

Im Rahmen der Klimaschutzbetrachtung sollten die Kommunen nicht nur isoliert betrachtet werden, sondern je nach individueller Betrachtung auch mit ihrer stärker oder schwächer ausgeprägten Stadt-Umland-Verknüpfung berücksichtigt werden. Die Städte weisen i. d. R. eine höhere Dichte im Energieverbrauch auf als die umgebende Peripherie. Die Städte stellen allerdings in den meisten Fällen auch Nutzungsfunktionen bereit, die von der Bevölkerung des Umlandes genutzt werden, wie z. B. zahlreiche Arbeitsplätze oder medizinische und kulturelle Einrichtungen (Kliniken, Opernhaus etc.). Durch die hohe Dichte des Energieverbrauchs steht in den Kommunen die Energieeffizienz im Vordergrund. Das Umland verfügt dagegen über größere Potenziale im Bereich der Erneuerbaren Energien, die zur Versorgung der Kommunen beitragen sollten. Die Stadt Nürnberg hat auf diesem Gebiet durch die Zusammenarbeit mit der Europäischen Metropolregion Nürnberg (EMN) bereits

⁶ Vgl. Energiezukunft 2050, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., München, 09/2009
<http://www.ffe.de/die-themen/erzeugung-und-markt/257>

vielfältige Kooperationsmöglichkeiten zu anderen Städten und Landkreisen aufbauen können. Der Lenkungskreis „Klimaschutz & Nachhaltige Entwicklung“ dient der internen Koordination der Aktivitäten der Städte und Landkreise innerhalb der EMN.

1.4 Rechtliche Grundlagen und Verordnungen für den Effizienzbereich

Die rechtlichen Grundlagen für den Effizienzbereich basieren auf Bundesebene zu wesentlichen Teilen auf dem Energieeinspargesetz und werden in den letzten Jahren zunehmend durch die europäische Entwicklung bestimmt.

- EnEG 2009: Das Energieeinsparungsgesetz ist seit dem 2. April 2009 in der novellierten Fassung in Kraft. Das Energieeinsparungsgesetz zielte seit der ersten EnEG 1976 darauf ab, den Energiebedarf möglichst weit zu senken, um eine angemessene Nutzung der Gebäude zu ermöglichen. Enthalten ist das Wirtschaftlichkeitsgebot sowie die Ermächtigung zum Erlassen von Verordnungen wie den Wärmeschutzverordnungen (WschVO) und der aktuellen Energieeinsparverordnung [EnEG 2009]
- Energieeinsparverordnung [EnEV 2009 – 2012/13]
- Erneuerbare Energien Wärmegesetz [EEWärmG]
- Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) in der ab 1. Januar 2012 geltenden Fassung [EEG]
- Energieversorgung: Geplante EnWG-Novelle 2011 12.Atomgesetz-Novelle/KWK-G
- EU Gebäuderichtlinie 2010 – energieeffizientere Gebäude (European Directive Energy Performance of Buildings) [EPBD]

Nach EPBD müssen ab 31.12.2020 (31.12.2018 öffentliche Gebäude) alle neuen Gebäude „nearly zero emission buildings“ (dt. Übersetzung im EPBD-Text: Niedrigstenergiegebäude) sein. Die Gebäude sollen fast keine Energie mehr benötigen für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung. Sie zeichnen sich durch eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aus und der sehr geringe Energiebedarf soll möglichst durch Energie aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden, die am Standort oder in der Nähe des Gebäudes erzeugt werden.

Die aktuelle Entwicklung der EnEV-Novellierung, die für 2012 vorgesehen war und sich vermutlich auf 2013 verschieben wird, entwickelt sich nach letzten Aussagen der beteiligten Ministerien abweichend von den eigentlichen Zielen, die in den Meseberger Beschlüssen festgelegt worden waren. Die Reduktion wird, zumindest im Wohnbereich, nicht bei den 20 bis 30 Prozent liegen. Unter Klimaschutzaspekten ist diese Entwicklung als sehr kritisch zu beurteilen. Laut Aussage des Bauministeriums sollen die hochwertigeren Standards durch verstärkte Förderung erreicht werden. Das bedeutet in der Konsequenz, dass die Verantwortung auf die Akteure in der Wirtschaft – und den Kommunen verschoben wird. So ist

es Aufgabe dieser Studie, eine Abschätzung über Auswirkungen unterschiedlicher Szenarien zu geben. Das jetzige Vorgehen bezüglich der EnEV-Novellierung wird im Referenzszenario des Gutachtens abgebildet.

1.5 Leitstudien zur Entwicklung bis 2050

Die Langfristziele des Energiekonzepts und Energiepakets der Bundesregierung sind als sehr ambitioniert zu bewerten. Es gilt nun, diese Zielsetzungen in kleinteiligen Gebietskörperschaften mit Leben zu füllen. Eine zentrale Aufgabe dieser Studie ist es aufzuzeigen, wie solch ein Sanierungsfahrplan konkret aussehen kann.

In den letzten Jahren ist zu dieser Thematik eine Fülle von Ausarbeitungen mit dem Zeithorizont 2020 erstellt worden. Ein grundlegendes Problem beim Systemansatz dieser Studien lag für den Gebäudebereich darin, dass sinnvolle 10 bis 15-Jahresstrategien kontraproduktiv zu langfristigen Entwicklungen liegen können. Da Immobilien insbesondere im Wohnsektor Investitionszyklen von dreißig bis über sechzig Jahren aufweisen, können nur langfristig angelegte Studien stimmige Szenarien abbilden.

Auf übergeordneten Ebenen sind in den letzten Jahren zahlreiche wissenschaftliche Studien mit unterschiedlichen methodischen Ansätzen, jedoch gleichermaßen mit dem Zeithorizont 2050 erstellt worden. Dazu gehören insbesondere:

- Leitstudie 2007 im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050 [Nitsch 2007]
- Leitstudie 2010 im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ [Nitsch 2010]
- Sustainable Urban Infrastructure; Ausgabe München – Wege in eine CO₂-freie Zukunft für die Stadt München mit einem Zeitfenster von etwa 50 Jahren [Siemens 2009]
- 100 % renewable energy – a roadmap to Europe and North Africa to 2050, - Pricewaterhouse Coopers, Potsdam Institute for climate impact research, IIASA, European climate forum [ECF 2009]
- WWF-Studie Modell Deutschland – Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken [Ökoinstitut, Prognos 2009]
- Energiezukunft 2050, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., München, 09/2009 <http://www.ffe.de/die-themen/erzeugung-und-markt/257> [FfE 2009]

- Bundesverband Erneuerbare Energie e. V.: Ausbauprognose der Erneuerbare-Energien-Branche für Deutschland [BEE 2009]
- Mc Kinsey: ROADMAP 2050 – practical guide to a prosperous, low-carbon Europe [Mc Kinsey 2010]
- Energieziel 2050: 100 % Strom aus Erneuerbaren Quellen. - Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel, 2010 [UBA 2010 / s. Kapitel 2.3.2]
- WWF-Studie A fully renewable energy system globally by 2050 – Klimaneutralität weltweit bis 2050 [Ecofys 2011]
- Greenpeace-Studie Klimaschutz: Plan B 2050 – Reduktion der CO₂-Emissionen in Deutschland um 90 Prozent bis 2050 [Greenpeace / Eutech 2011]
- NABU-Studie Deutschland: Anforderungen an einen Sanierungsfahrplan – Auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand bis 2050 [Prognos 2011]
- NABU-Studie: Sanierungsvorgaben für bestehende Gebäude – Vereinbarkeit mit Eigentumsschutz und anderen Grundrechten [Gaßner 2011].

Alle Arbeiten zeichnen sich dadurch aus, dass sie von statistischen Kenngrößen hinsichtlich des aktuellen Bedarfs mit geringer regionaler Auflösung ausgehen. Die Reduktionspfade orientieren sich an unterschiedlichen Methoden und Kennwerten, führen aber z. T. zu vergleichbaren Ergebnissen. Zentrale Aussagen in den Studien weisen auf die Notwendigkeit hin, Effizienzmaßnahmen mit höchster Gewichtung durchzuführen. Nur durch sehr grundlegende Einsparungen beim Bedarf können im avisierten Zeitfenster die verbleibenden Bedarfsvolumina zu wirtschaftlichen Konditionen mit erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Beispielhaft sollen zwei Beispiele detaillierter dargestellt werden.

1.5.1 Studie Energiezukunft 2050

Die Studie „Energiezukunft 2050“ der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE) im Auftrag von EnBW, E.ON Energie, RWE Power und Vattenfall Europe untersucht den Energieverbrauch im IST-Zustand in der Bundesrepublik Deutschland.⁷ Die genutzten Technologien werden in Bezug auf den Bedarf an Energiedienstleistungen betrachtet, womit eine Fortschreibung des Endenergiebedarfs für die Zukunft bis zum Jahr 2050 erreicht wird. Im Jahr 2007 beträgt der Endenergieverbrauch in Deutschland ca. 8.581 Petajoule (bzw.

⁷ Vgl. Energiezukunft 2050, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., München, 09/2009

<http://www.ffe.de/die-themen/erzeugung-und-markt/257>

2.384 Terawattstunden). Drei Szenarien untersuchen den Endenergiebedarf und dessen Deckung in Deutschland im Zeitraum der Jahre 2005 bis 2050:

- Referenzszenario (SZ1)
- Erhöhte Technikeffizienz (SZ2)
- Umweltbewusstes Handeln (SZ3)

Folgende Ergebnisse für den zukünftigen Endenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen werden ermittelt:

Tabelle 4: Entwicklung Endenergieverbrauch und CO₂-Emissionen in Deutschland im Zeitraum 2005 – 2050

Szenario	Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2050	Reduktion des Endenergieverbrauchs zw. 2005 – 2050	Reduktion der CO ₂ -Emissionen 2005 – 2050	Reduktion der CO ₂ -Emissionen 1990 – 2050
Referenzszenario (SZ1)	9343 PJ	- 4,5 %	- 41 %	- 46 %
Erhöhte Technikeffizienz (SZ2)	7.427 PJ	- 24,0 %	- 59 %	- 58 %
Umweltbewusstes Handeln (SZ3)	6.099 PJ	- 37,4 %	- 69 %	- 69 %

Die Ergebnisse der Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland zeigen, dass die CO₂-Emissionen selbst im günstigsten Szenario „Umweltbewusstes Handeln“ (CO₂-Reduktion um 69 %) nicht das Ziel einer bundesweiten CO₂-Reduktion von 80 Prozent erreichen. Für die Stadt Nürnberg, die bereits in der Vergangenheit große Erfolge im Klimaschutz erreicht hat, erscheint das Ziel einer CO₂-Reduktion von 80 Prozent bis 2050 erreichbar, wenn die Klimaschutzaktivitäten in allen relevanten Bereichen mit Engagement betrieben werden.

1.5.2 Energieziel 2050: 100 % Strom aus Erneuerbaren Quellen

Die Studie „Energieziel 2050: 100 % Strom aus Erneuerbaren Quellen“⁸ des Umweltbundesamtes knüpft an das Ziel einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 Prozent an. Zentrales Mittel ist dabei die Transformation der Stromerzeugung von mehrheitlich fossilen Energiequellen zu den Erneuerbaren Energien. Denn der Energiesektor ist derzeit für ungefähr 80 Prozent der THG-Emissionen verantwort-

⁸ Vgl. „Energieziel 2050: 100 % Strom aus Erneuerbaren Quellen“ Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel, 2010, S.4

lich, wobei 40 Prozent auf die Stromerzeugung entfallen. Für die Bundesrepublik Deutschland als hochentwickeltes Industrieland sollte es mit seiner Technologiekompetenz möglich sein, die Stromerzeugung bis zum Jahr 2050 vollständig auf Erneuerbare Energien umzustellen. Neben dem Ausbau der Erneuerbaren Energien kommt auch dem Thema Energieeffizienz eine große Bedeutung zu. Bis zum Jahr 2050 werden besonders für die beiden Energieverbrauchssektoren „Private Haushalte“ und „Gewerbe-Handel-Dienstleistungen“ Energieeinsparpotenziale von 85 Prozent bzw. 56 Prozent gegenüber dem Jahr 2008 erwartet. Im Bereich der Industrie wird das Energiesparpotenzial im gleichen Zeitraum mit 32 Prozent prozentual etwas geringer eingeschätzt.⁹ Durch eine stetige Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien im Energiemix werden die Reduktionen der CO₂-Emissionen noch deutlicher sein. Der Anteil der regenerativen Energien an der Stromerzeugung in Deutschland beträgt nach aktuellen Zahlen für das Jahr 2011 mit 19,9 Prozent bereits eine bedeutende Größe. Vor dem Hintergrund dieser Zahlen erscheinen die Ziele der Stadt Nürnberg für eine deutliche Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen als Erfolg versprechend.

⁹ Vgl. „Energieziel 2050: 100 % Strom aus Erneuerbaren Quellen“ Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel, 2010, S.20

2 Grundlagen der Studie

(Dieses Kapitel wurde von Schulze Darup & Partner verfasst.)

2.1 Überlegungen zur Methodik

Gutachten zur Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen können immer nur Modelle darstellen, die versuchen, der Realität möglichst nahe zu kommen. Wichtig ist, dass dieses Modell Sensitivitätsanalysen und Aussagen zu unterschiedlichen Szenarien und Grundannahmen ermöglicht. Die Grenzen der Präzisierung werden durch folgende Aspekte verdeutlicht, die sich auf unterschiedliche methodische Herangehensweisen beziehen:

- Gebäudescharfe Bestandsaufnahme (Qualität Energieausweis):

Vorteil: individuelle genaue Bestandsaufnahme mit konkreten Daten

Nachteil: sehr hoher Aufwand von 100 bis 1500 € pro Gebäude; in der Praxis oftmals hohe Fehlerquote durch falsche Gewichtungen bei Analyse und Berechnung

- Verbrauchsorientierte Bestandsaufnahme – Basis Verbrauchswerte des Energieversorgers:

Vorteil: Grundlage sind die tatsächlichen Verbrauchswerte über mehrere Jahre; sehr belastbare Kennwerte; Lastgänge vorhanden.

Nachteil: Es werden nur leitungsgebundene Energieträger erfasst (z. B. Öl und Biomasse werden nicht dargestellt); die Verbrauchsdaten können nicht klar den Verbrauchssektoren Heizung, Warmwasser/Prozesswärme, Kühlung, Hilfsenergien, Stromnutzung zugeordnet werden; es ist keine Zuordnung zu Flächen möglich, also auch keine Aussage zu spezifischen Verbrauchswerten.

- Verbrauchsorientierte Bestandsaufnahme – Basis Heizkostenabrechnung:

Vorteil: sehr präzise Erfassung von Verbrauch, gute Zuordnung zu Verbrauchssektoren, konkrete spezifische Kennwerte leicht ableitbar

Nachteil: nicht flächendeckend verfügbar; nur kostengünstig, wenn ein Dienstleister ein sehr hohes Segment abdecken kann und die Ergebnisse ohnehin verfügbar sind; Tendenz: Es werden die eher energiesparenden Segmente der Gebäudesubstanz erfasst, die (teil)-sanziert und mit der Heizkostenerfassung ausgerüstet sind; kaum Erfassung von Einzeleigentümern / EFH

- Erfassung auf Basis von Geodatensätzen:

Vorteil: kostengünstiges Verfahren; bei entsprechender Auflösung sind Aussagen auch zu kleinteiligen Gebieten möglich; Qualität kann durch begleitende Datenerhebungen wie Fragebogen und Kaminkehrerinformationen sehr stark verbessert werden; bei gleich-

zeitiger Verfügbarkeit von Flächen und Verbrauchswerten des Versorgers wird das Verfahren sehr genau.

Nachteil: Abhängigkeit von der Qualität und Auflösung der Daten; Übertragbarkeit von einem Gutachten auf das Nächste nur sehr bedingt möglich; Ergebnisse nur gut, wenn die statistischen Grundlagen der Kommune mit den verfügbaren Geodaten kompatibel sind; Problem Datenschutz: Die Auflösung darf nicht so hoch sein, dass individuelle Kennwerte von Einzelobjekten ableitbar sind; Kosten: je höhere Auflösung, desto kostenintensiver.

2.2 Methodischer Ansatz der Gebäudetypologie

Das vorliegende Gutachten baut auf Ansätzen der oben benannten vorhandenen Gutachten auf. Insbesondere erfolgte ein mehrfacher gegenseitiger Abgleich mit den Daten des Energienutzungsplans, der durch FfE München [FfE 2012] erstellt wird. Auf diesem Weg wurde sichergestellt, dass mit den gleichen Ausgangsdaten gearbeitet wird. Zudem konnten auf diesem Weg die jeweiligen Vorteile der Verfahren genutzt werden. Während der Energienutzungsplan des FfE auf Aussagen zu den Entwicklungen kleinteiliger Versorgungsgebiete abzielt, geht es bei diesem Gutachten um eine möglichst zielgerichtete Entwicklung des Gesamtbestandes. Es sollen Möglichkeiten und Strategien herausgearbeitet werden, den Energiebedarf möglichst zielgerichtet über einen Zeitraum von vierzig Jahren zu reduzieren.

Es wird eine Gebäudetypologie auf Basis von charakteristischen Konstruktionsweisen und Gebäudegrößen erstellt, die der individuellen Situation in Nürnberg möglichst gerecht wird. Dazu liegt auf der einen Seite eine große Anzahl von energetischen Gutachten bei den Autoren vor, auf deren Basis jahrgangstypische Kennwerte vorhanden sind. Diese wurden strukturiert nach Baualtersgruppen, die für die Stadtentwicklung von Nürnberg charakteristisch sind. Unter diesen Vorgaben wurde mit dem statistischen Amt der Stadt Nürnberg eine Zuordnung dieser Baualtersklassen zu dem dort vorliegenden Statistikmaterial gesucht, die dieser Datenbasis am nächsten kommt. Außerdem soll das daraus resultierende Modell so einfach sein, dass auf möglichst stringenter Weg die Ergebnisse mit Sensitivitätsanalysen überprüft werden und vor allem umsetzbare Strategien und konkrete Maßnahmen abgeleitet werden können.

Zwanzig charakteristische Bauten dieser jahrgangsbezogenen Gebäudetypologie wurden auf zahlreiche Parameter hin untersucht und eine detaillierte energetische Berechnung durchgeführt. Da für die Betrachtung bis 2050 Gebäudestandards bis weit hinein in den Passivhausbereich abgebildet werden müssen, wurde für die Berechnung das Passivhaus Projektierungs Paket [PHPP 2009] eingesetzt (s. Kapitel 3.4). In diesem Rechenverfahren wurden Effizienz- und Kostenkriterien ebenso hinterlegt wie zahlreiche technische Kennwerte

und Aussagen zu Denkmal- und Ensembleschutz sowie die sonstigen stadtbildprägenden Einflüsse. Zu jedem Typus erfolgte eine Berechnung für je fünf praxisbezogenen Energiestandards, die das Spektrum der jetzigen Förderlandschaft sowie Zukunftsstandards abbilden. Diese Standards wurden im Folgenden auf drei Szenarien übertragen.

2.3 Szenarien

Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft wurde die Festlegung von drei Szenarien intensiv diskutiert. Ziel soll es sein, mit diesen drei Ansätzen die Entwicklungen der nächsten vierzig Jahre möglichst präzise darstellen und modellieren zu können und dadurch Aussagen zu Strategien und Maßnahmen zu erhalten.

Im Folgenden werden die Szenarien beschrieben. Die genauen Energiekennwerte, die den Berechnungen zugrunde liegen, werden detailliert für die Wohngebäude in den Kapiteln 3.5.1 für Heizwärme, 3.5.2 für Warmwasserbereitung und 3.5.3 für Haushaltsstrom und Hilfsstrom aufgeführt. Für den Bereich der Nichtwohngebäude sind es die Kapitel 4.4.1 für Heizen, Warmwasser und Prozesswärme, 4.4.2 für Kühlung und 4.4.3 für Stromnutzung. Für Denkmal- und Ensembleschutzobjekte liegen die Kennwerte angemessen höher (s. Kap. 3.2 und 4.3).

2.3.1 Referenzszenario

Im Referenzszenario wird für die nächsten fünf bis acht Jahre ein „Weiter so“ nach gängigem Prozedere in der Baupraxis angenommen. Aufgrund der EPBD-Anforderungen für 2019/21 werden allerdings drei Anpassungsstufen für den Heizwärmebedarf vorgenommen. In den Jahren 2014, 2018 und 2020 erfolgt jeweils eine Reduktion der zugelassenen Bedarfswerte um ca. 20 Prozent. Die Kennwerte für den mittleren Sanierungsstandard ab 2021 sind mit heutiger EnEV-Technik erzielbar. Für die weiteren Anforderungsbereiche verhält sich das Anforderungsprofil vergleichbar. Vor allem werden keine kurzfristigen Einschnitte dargestellt, sondern ein langsamer Anpassungsprozess modelliert. Das Szenario ist mithin hinsichtlich des Klimaschutzes als unambitioniert zu betrachten.

2.3.2 Klimaschutzszenario

Die Entwicklung des Klimaschutzszenarios entspricht in den ersten Stufen den gängigen Standards des KfW Effizienzhauses. Bezogen auf die EnEV 2009 werden folgende Stufen für die kommenden Jahre vorgesehen:

- 2013: KfW Effizienzhaus 100
- 2015: KfW Effizienzhaus 85
- 2018: KfW Effizienzhaus 70

- 2021: KfW Effizienzhaus 55

Es handelt sich also um Standards, die in Nürnberg bereits seit 2003 in Modellvorhaben umgesetzt wurden und heute mit marktverfügbaren Techniken bereits von vielen Architekten in der Breite umgesetzt werden. Die Umsetzung dieser Ziele stellt keine technische Herausforderung dar, sondern verlangt vor allem die Durchdringung des gesamten Marktes mit bereits verfügbaren wirtschaftlich sinnvollen Techniken. Dennoch ist davon auszugehen, dass nennenswerte Anstrengungen unternommen werden müssen, um diese Ziele zu erreichen.

Insbesondere im Stromsektor und bei allen niedriginvestiven Maßnahmen mit kurzen Investitionszyklen wird abweichend zum bisherigen Vorgehen und entgegen dem Referenzszenario bereits ab dem ersten Betrachtungsjahr von einem sehr hohen Innovationstempo für Effizienztechniken ausgegangen, sodass sehr schnell deutliche Reduktionen erkennbar sind.

2.3.3 Best Practice Szenario

Beim Best Practice Standard soll abgebildet werden, was mit heute bereits verfügbaren und absehbaren Techniken erreichbar ist. Es ist die konsequente Anwendung des Top-Runner-Prinzips. Die jeweils besten Techniken werden nach fünf bis acht Jahren Modell- und Erprobungsphase in voller Breite konsequent in den Markt übernommen. Wie beim Klimaschutzszenario ist das keine wirkliche technische Herausforderung. Eine sehr hohe Anforderung stellt es aber für den Know-how-Transfer und die Anpassung der Bauwirtschaft dar. Zudem muss durch Ordnungsrecht und Förderung ein massives Maßnahmenpaket bereitgestellt werden, das den Markt dazu bringt, diese sehr durchgreifende Entwicklung nachzuvollziehen.

Bei den Heizenergiekennwerten wird im Jahr 2013 der Standard des KfW Effizienzhauses 100 als mittlerer Sanierungsstandard in Ansatz gebracht, ab 2016 KfW Effizienzhaus 70 bis 55 und ab 2021 ein Standard nah am Bereich des heutigen Neubau-Passivhauses.

2.4 Demografie und Entwicklung der Wohn- / Nutzflächen

Eine wesentliche Grundlage für die energetischen Szenarien ist die Flächenentwicklung der Gebäude. Diese wurde für das Gutachten ermittelt auf Grundlage der Bevölkerungsentwicklung. Das Amt für Stadtforschung und Statistik hat dazu ein Szenario bis 2030 zur Verfügung gestellt. Basis ist die Bevölkerung in der Hauptwohnung lt. Einwohnerregister [Statistik Nbg 2011.1].

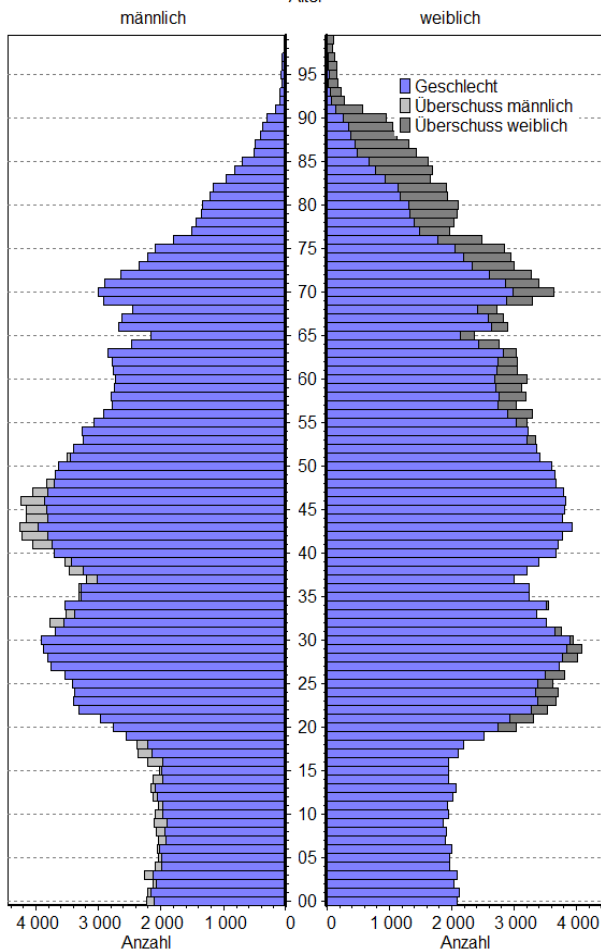


Abbildung 15 „Bevölkerungspyramide“ der Einwohner in Nürnberg 2010 nach Jahrgängen [Statistik Nbg 2011.2]

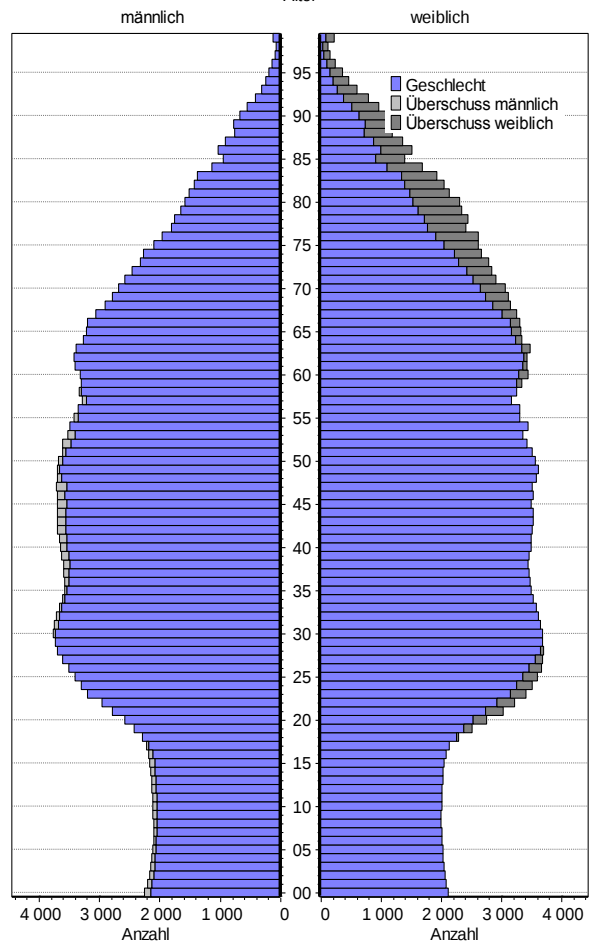


Abbildung 16 Entwicklung der Einwohnerstruktur in Nürnberg bis 2030 [Statistik Nbg 2011.2]

In den Abbildungen wird die Bevölkerungspyramide für 2010 sowie die Entwicklung bis 2030 aufgezeigt. Folgende Aspekte haben einen starken Einfluss auf Zu- und Wegzug und mithin auf die Entwicklung von Einwohnern und Wohnflächen. In Klammern werden jeweils Aspekte bzw. Maßnahmen aufgeführt, die Einflüsse auf diese Parameter haben:

1. Geburtenrate (Attraktivität der Stadt für junge Familien, familiengerechte Wohnraum- und Quartiersentwicklung, Einrichtungen zur Kinderbetreuung, Schulen, Freizeitwert)
2. Attraktivität für Jugendliche (Ausbildungsangebote Schule / Ausbildung / Uni, Freizeitangebote, Pflege und Weiterentwicklung der Jugendkultur, Wohnraum für junge Menschen in urban-vitalen Strukturen, Attraktivität verschiedener „Szenen“)
3. Aufwertung von innerstädtischen Gebieten als attraktive Alternative für junge Familien / junge Akademiker und die Weiterentwicklung von Urbanität, um diese Bevölkerungsgruppen bei der Familiengründung in der Stadt zu halten.

4. Attraktive Arbeitsplätze (arbeitsmarktpolitische Maßnahmen, Ansiedlung von Zukunftstechnologien, aktive Ansiedlungspolitik, Beachtung der zahlreichen Parameter hinsichtlich der Standortfaktoren)
5. Hochwertiger innerstädtischer Wohnraum für reifere Personen in den Fünfigern bis Siebzigern („Rückholaktion“ für Pendler, die nach dem Auszug der Kinder in eine Stadtwohnung zurückziehen möchten, attraktive innerstädtische Wohnformen in urbanem Umfeld)
6. Stadtwohnen für Senioren (Angebote für selbstbestimmtes Wohnen bis in ein hohes Alter; barrierefreie Wohnungen, integrale Serviceangebote, Betreuungsmöglichkeiten)
7. Hohes Freizeit- und Kulturangebot in der Stadt und attraktive Naherholungsmöglichkeiten in Verbindung mit attraktiven Grünzonen.

Der Umgang mit diesen und weiteren Faktoren wird einen wesentlichen Einfluss darauf ausüben, welche Entwicklung die Stadt Nürnberg in den nächsten zwei bis vier Jahrzehnten durchlaufen wird. Da Regionen sich national und international zueinander in Konkurrenz hinsichtlich der Standortfaktoren und ökonomisch-kulturellen Entwicklung befinden, ist eine gezielte Politik erforderlich. Als wesentlicher zusätzlicher Faktor wird in den nächsten Jahren der Umgang mit Ressourcen und insbesondere mit der energetischen Infrastruktur fungieren.

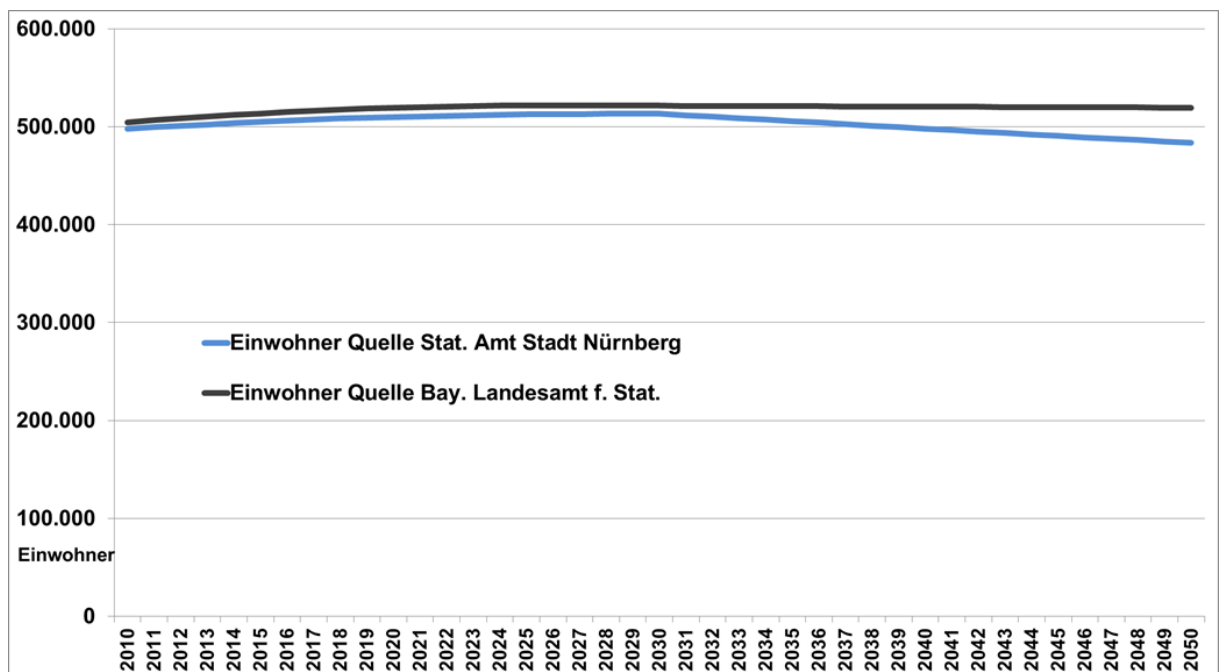


Abbildung 17 Entwicklung der Einwohner in Nürnberg 2010 bis 2050; für das Gutachten wurden die statistischen Angaben der Stadt Nürnberg verwandt [Statistik Nbg 2011.1]; Stand Anfang 2012 beträgt die Einwohnerzahl 515.000

2.5 Einschätzung der Entwicklungstendenzen

2.5.1 Einschätzung der wirtschaftlichen Entwicklung

Die Stadt Nürnberg verfügt im Jahr 2010 in ihrer wirtschaftlichen Struktur über eine hohe Branchenvielfalt. Für die Zukunft ist davon auszugehen, dass diese Branchenvielfalt in den Wirtschaftssektoren Industrie und Gewerbe-Handel-Dienstleistungen bestehen bleibt. Eine starke Konzentration auf wenige bestimmte Branchen, die von konjunkturellen Schwankungen deutlich betroffen sein können, wird damit weitgehend vermieden. Denn eine starke Fokussierung auf eine bestimmte Branche, wie es z. B. andere Städte mit einer hohen Affinität zur Automobilindustrie oder zur Finanzbranche zeigen, liegt in der Stadt Nürnberg nicht vor. Für die Stadt Nürnberg wird auch für die Zukunft erwartet, dass der ausgewogene Branchenmix aus produzierendem Gewerbe, Handel und Dienstleistung weiterhin existiert. Die wirkt sich auch auf den Endenergieverbrauch aus, da das produzierende Gewerbe mit Baugewerbe, Industrie und produzierendem Handwerk i. d. R. einen höheren spezifischen Endenergieverbrauch besitzt als reine Dienstleistungstätigkeiten. In dieser Branchenvielfalt ist aber auch die Chance zu sehen an der steigenden Bedeutung der Energietechnologien im globalen Umfeld zu partizipieren. Denn die Stadt Nürnberg verfügt wie die gesamte Europäische Metropolregion Nürnberg über national wie international renommierte Unternehmen, die im Bereich der Energietechnik zukunftsweisende Produkte und Dienstleistungen entwickeln.

In der Stadt Nürnberg sind derzeit folgende Branchen im Vergleich zum Bundesdurchschnitt stärker vertreten:

- Energie- und Antriebstechnik
- Fahrzeugbau
- Verlags- und Druckgewerbe
- Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelechnik, Optik
- Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik

Dagegen sind besonders energieintensive Branchen wie die chemische Industrie, Herstellung von Metallzeugnissen und die Glas- und Keramikindustrie in der Stadt Nürnberg weniger repräsentiert als im Bundesdurchschnitt.¹⁰

Die Zuordnung der einzelnen Unternehmen zu den Sektoren Industrie bzw. Gewerbe basiert auf der Einteilung, die im Rahmen des Energienutzungsplanes vorgenommen wurde.

¹⁰ Vgl. Wirtschaftsbericht 2009 – Daten, Konzepte, Initiativen, Stadt Nürnberg (Hrsg.), Wirtschaftsreferat der Stadt Nürnberg, Nürnberg, 04/2010, S.4

2.5.2 Leben und Arbeiten in der Stadt Nürnberg

Für Privatpersonen wird die Stadt Nürnberg auch in Zukunft ein attraktives Lebensumfeld zum Wohnen, Arbeiten und für die Freizeit bieten. Es finden sich in der Stadt im Prinzip alle wichtigen Funktionen, die für das alltägliche Leben benötigt werden. Es ist davon auszugehen, dass diese Funktionsvielfalt auch in Zukunft bestehen bleibt und damit Menschen aus anderen Regionen der Europäischen Metropolregion zum Verbleib bzw. Umzug in die Stadt Nürnberg bewegen wird. Damit wird auch in Zukunft ein entsprechender Bedarf an Wohn-, Gewerbe- und Erholungsflächen etc. im Stadtgebiet vorliegen.

2.6 Technische Grundlagen – Entwicklungspfade innovativer Komponenten

Unter Klimaschutzaspekten weist der Umgang mit dem Gebäudebestand einen äußerst bedeutsamen Aspekt auf. Wir verfügen zwar bereits heute über die erforderlichen Techniken, die hinsichtlich der Effizienz als Grundlage für einen klimaneutralen Gebäudebestand im Jahr 2050 ausreichend sein werden. Allerdings muss beachtet werden, dass jedes Bauteil kontraproduktiv wirkt, das in den nächsten Jahren nur mit mittelmäßigem Standard saniert oder neu gebaut wird. Da die technische Nutzungsdauer für Komponenten der Gebäudehülle im Wohngebäudebereich bei vierzig und mehr Jahren liegt, ist damit jede heute durchgeführte Sanierung mit schlechten Standards automatisch ein energetischer Sanierungsfall vor Ablauf des Abschreibungszeitraums.

Das Dilemma mittelmäßiger Standards liegt darin, dass die Bauteile energetisch zu schlecht sind hinsichtlich der zu erzielenden Klimaschutzziele, auf der anderen Seite jedoch so gut, dass weitere energetische Maßnahmen sich aus rein wirtschaftlicher Sicht nicht rechnen.

Aus diesen Gründen ist es bei mittel- und langfristiger Betrachtung volkswirtschaftlich äußerst sinnvoll, hocheffiziente Komponenten einzusetzen. Diese sind in den letzten beiden Jahrzehnten mit hoher Innovationskraft kontinuierlich verbessert und in den Markt eingeführt worden. Einen hohen Einfluss darauf hatten die Innovationen im Passivhausbereich. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Entwicklung fortsetzen wird. In der Tabelle werden Kennwerte für die Entwicklung der Standards zusammengestellt. Es ist anhand jetziger Best-Practice-Qualitäten bereits absehbar, welche Kennwerte in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren erreicht werden können. Die danach angegebenen Standards werden aus technischer Sicht zu den angegebenen Zeiten in der Breite wirtschaftlich umsetzbar sein.

Tabelle 5 Entwicklung von Konstruktionsstandards und Kennwerten für Neubau und Modernisierung, die in den zugeordneten Jahren wirtschaftlich herstellbar sind. Die Kennwerte liegen hochwertiger als die Standards des Best Practice Szenarios in den Kapiteln 3 und 4 und sollen verdeutlichen, welche Entwicklung technisch ohne Problem machbar ist.

		Neubau						Modernisierung					
		1980	1995	2010	2020	2030	2050	1980	1995	2010	2020	2030	2050
Wand	U [W/(m ² K)]	0,24	0,16	0,12	0,1	0,08	0,06	0,40	0,25	0,15	0,12	0,10	0,08
Dach	U [W/(m ² K)]	0,2	0,14	0,1	0,08	0,06	0,05	0,25	0,18	0,12	0,10	0,08	0,06
Grund	U [W/(m ² K)]	0,24	0,16	0,12	0,1	0,08	0,06	0,50	0,25	0,16	0,14	0,12	0,08
Fenster	U _g [W/(m ² K)]	1,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4	2,60	1,30	0,70	0,60	0,50	0,45
	U _f [W/(m ² K)]	1,8	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5	1,80	1,60	0,90	0,70	0,60	0,55
	g-Wert	60 %	50 %	52 %	55 %	55 %	58 %	70 %	60 %	50 %	52 %	55 %	55 %
Außentür	U _w [W/(m ² K)]	2,6	0,85	0,75	0,6	0,4	0,3	2,6	1,5	1,2	0,75	0,6	0,4
Wärmebrück.	ΔU_{WB} [W/(m ² K)]	0,05	0	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	0,1	0,05	0,03	0,025	0,020	0,015
Luftdichtheit	n ₅₀ [1/h]	1,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,2	3	1,5	0,6	0,5	0,4	0,35
Lüftung	Wärmebereitstell.	65 %	80 %	85 %	90 %	92 %	95 %			80 %	85 %	90 %	92 %
	E-Effiz. [Wh/m ³]	0,8	0,45	0,4	0,35	0,3	0,27			0,45	0,4	0,35	0,3

Mit Blick auf die technische Realisierbarkeit und die Wirtschaftlichkeit der Anwendungen werden die Komponenten im Folgenden näher beschrieben.

2.6.1 Opake Gebäudehülle (Wand – Dach – Grund)

Die hochwertige Dämmung der Wärme übertragenden Gebäudehülle erweist sich bei allen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen als die effizienteste Maßnahme. Derzeit sind U-Werte bis tief in den Passivhausbereich hinein hoch wirtschaftlich. Die Entwicklung bei den Dämmmaterialien wird dazu führen, dass in den nächsten beiden Jahrzehnten Dämmstoffe im Bereich $\lambda_R = 0,015$ bis $0,020$ W/(mK) marktgängig werden. Aerogel-Dämmungen mit $\lambda_R = 0,015$ W/(mK) sind bereits heute auf dem Markt erhältlich, allerdings zu hohen Kosten. Vakuumdämmung hat sich in den letzten Jahren etabliert ist bei besonderen Anwendungen bereits heute wirtschaftlich einsetzbar. Zulassungswerte für λ_R liegen bei $0,007$ W/(mK), Zielwerte bei $0,005$ W/(mK). Bei Entwicklung eines kostengünstigen Trägermaterials für den Dämmkern sind deutliche Kostensenkungen für VIP-Paneele möglich.

Es ist also davon auszugehen, dass sich die U-Werte in den nächsten Jahren kontinuierlich nach unten entwickeln bei gleichzeitig schlankeren Gesamtkonstruktionen. Eine Mauerwerkswand wird mittelfristig mit ca. 6 cm VIP-Dämmung oder 16 cm WDVS bei $\lambda_R = 0,017$ W/(mK) einen U-Wert um $0,10$ W/(m²K) erreichen.

2.6.2 Transparente Bauteile – Fenster

Fenster mit Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung mit warmen Kanten in Verbindung mit hochwärmedämmenden Rahmen entwickeln sich derzeit zum üblichen Standard. In den letzten Jahren sind Fenster mit U_w -Werten um $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ zunehmend kostengünstiger geworden und weisen gegenüber Standardfenstern nur noch Mehrkosten pro m^2 Konstruktionsfläche von 20 bis 40 €, d. h. 8 bis 15 Prozent auf. In naher Zukunft werden zu diesem Preisniveau Passivhausfenster mit U_w -Werten unter $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ marktgängig werden. Derzeit wird eine neue kostengünstige Fenstergeneration entwickelt mit schlanken Rahmenprofilen in der Ansicht bei gleich bleibend guten energetischen Rahmen- und Randverbundwerten, die aufgrund des verringerten Rahmenanteils energetisch um 10 bis 15 % günstiger liegen als die bisherigen Passivhausfenster. Aus Kostensicht werden sie nur kurzfristig teurer sein, um die Entwicklungskosten in wirtschaftlicher Hinsicht zu egalisieren.

Die Verbesserung der Gläser wird sich fortsetzen in Richtung unter $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, wobei Vakuumverglasung derzeit noch Probleme bei der Fertigung aufweisen, vor allem hinsichtlich der Kennwerte am Randverbund. Es ist aber absehbar, dass sich die Innovationen in der Fensterbranche weiter fortsetzen werdend mit günstigen Synergieeffekten für die Planer hinsichtlich Gestaltung und für angepasste Lösungen im Bereich des Denkmalschutzes.

Fensterrahmen werden sich deutlich verbessern und ggf. integrale Ansätze für Glas und Rahmen gefunden werden. Gleiches gilt für die Einbindung von Verschattungssystemen, die in hochwertiger Form windgeschützt in die Fensteraufbauten eingefügt werden können.

2.6.3 Wärmebrücken und Luftdichtheit

Mit marktverfügbaren Komponenten lassen sich Standards ausführen, welche die Anforderungen hocheffizienter Gebäude deutlich unterschreiten. Sie werden bereits heute von vielen Planern eingesetzt, um ihre Objekte zu optimieren. Es ist davon auszugehen, dass Wärmebrücken- und Luftdichtheitsdetails auf höchstem Niveau in den nächsten Jahren zum Standard werden.

2.6.4 Lüftungstechnik

Top-Runner-Qualitäten von Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung lassen sich bereits heute in etwa mit den technischen Kennwerten erstellen, wie sie in Tabelle 1 für 2030 benannt sind. Wesentliches Ziel bei der Lüftungstechnik muss sein, durch industrielle Fertigung der Komponenten und Vereinfachung der Systemlösungen die Kosten von derzeit 40 bis 100 € pro m^2 belüfteter Fläche auf Werte in Richtung 25 €/m² zu bringen. Darüber hinaus ist bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu beachten, dass gut die Hälfte dieser Kosten der Raum-lufthygiene zuzuordnen sind, die bei jedem Gebäude unabhängig von der energetischen Qualität einen hohen Standard aufweisen muss.

2.6.5 Gebäudetechnik – Heizung, Warmwasserbereitung, Prozesswärme

In den nächsten Jahren wird ein Paradigmenwechsel im Heizanlagenbau erfolgen. Die Umsetzung von Gebäuden mit sehr hochwertiger Gebäudehülle in der Breite entzieht der bisherigen Konstruktionsweise von Heizungssystemen die Grundlage. Folgende Aspekte müssen bei der Konzeption bedacht werden:

- Die Heizwärmelast von demnächst etwa 10 W/m² ermöglicht einfachste Heizsysteme, die Synergien mit Lüftungstechnik und Warmwasserbereitung nutzen müssen, wie es bereits beim Wärmepumpenkompaktaggregat umsetzbar ist. Der erhöhten Investition in die Gebäudehülle steht eine Reduktion bei der „klassischen“ Gebäudetechnik entgegen. Allerdings wird das Gesamtpaket Gebäudetechnik durch Lüftungsanlagen und Einsatz erneuerbarer Energien an Umfang zunehmen.

- Warmwasserbereitstellung übersteigt hinsichtlich des Energiebedarfs zunehmend den Heizbereich mit der daraus erwachsenden Anforderung, effizientere Systeme zu entwickeln. Gerade in diesem Bereich sind intensive Entwicklungen notwendig, einerseits Maßnahmen zur Senkung der Warmwassermengen bei gleichem Komfort und auf der anderen Seite die deutliche Verbesserung des Anlagenaufwands durch die Systemkonfiguration bzw. Wärmerückgewinnungstechniken, die bisher beständig in ihrer Entwicklung an Grenzen gestoßen sind. Anstrengungen sind nicht nur im Anlagensegment erforderlich, sondern auch auf der Nutzungsseite. Das betrifft die Komfortfaktoren in Abhängigkeit vom Wasserdurchfluss z. B. beim Duschen. Weitere Ansätze sind gegeben bei der Wärmerückgewinnung im Duschbereich mittels sehr einfacher Wärmetauscher, die in die Duschwanne oder den Duschauflauf integriert sind, wie dies schon seit geraumer Zeit in den Niederlanden praktiziert wird. Diese Technik kann zu Einsparungen im Bereich von 25 bis 40 Prozent führen.

2.6.6 Regelung und Smart Grid

Heizungsregelungs-, Monitoring- und Abrechnungstechniken können synergetisch zusammengeführt und mittels eines kompakten Regelmoduls gelöst werden. Grundsätzliche Lösungen dazu sind vielfältig gegeben, z. B. mit Prozessoren aus dem Laptop- oder Smartphone-Segment zu Stückpreisen von deutlich unter 100 €. Das Problem liegt in der gegenseitigen Anpassung von Systemen und von herstellerdefinierten Schnittstellen. Unter der Voraussetzung kompatibler Software können alle Gebäudetechnik-Aggregate über diese sehr kostengünstige und hocheffiziente Rechneinheit eingebunden und geregelt werden. Zugleich stellt dieses Modul die Schnittstelle zum Internet bzw. Smart-Grid dar und könnte nebenbei weitere Funktionen aus dem Bereich der Unterhaltungselektronik, für Service-Dienste und IT übernehmen.

Darüber hinausgehend legen die Energie- und Wärmeflüsse im Wohnbereich nahe, Küchentechnik integral mit der Gebäudetechnik zu verbinden. Statt singulärer additiver Komponenten

können vernetzte Strukturen oder integrale Systeme unter Nutzung von Synergien entwickelt werden.

2.6.7 Stromanwendungen

Effiziente Elektrogeräte stellen ein sehr effizientes Mittel zur Reduktion des Energiebedarfs dar. Die Optimierung der Stromanwendungen sowohl in den Haushalten als auch in den gewerblichen Bereichen ist weitestgehend unabhängig von den baulichen Sanierungszyklen möglich. Die Innovationszyklen liegen in Abhängigkeit von der Funktion bei zwei bis fünfzehn Jahren und ermöglichen deshalb eine relativ schnelle Durchdringung. Voraussetzung ist eine zu verbessernde Marktpolitik. Ziel muss es sein, dass innerhalb von jeweils fünf Jahren Top-Runner-Technik zum marktüblichen Standard wird. Erfahrungen zeigen, dass die Mehrinvestitionen für die verbesserten Geräte in den meisten Fällen relativ gering sind und sich auf die Lebensdauer des Geräts deutlich amortisieren.

Bei diesem Prozess entstehen insbesondere für den gewerblichen Bereich (Büro-, Verwaltungsbauten etc.) zusätzliche Vorteile hinsichtlich der internen Wärmelasten und des sommerlichen Wärmeschutzes.

Hilfsstrom-Anwendungen können vor allem im Zuge von Sanierungen bzw. beim Gebäudetechnik-Austausch optimiert werden.

2.6.8 Sommerlicher Wärmeschutz und Kühlung

Die hochwertige Gebäudehülle birgt durchweg Vorteile für den sommerlichen Wärmeschutz, wenn eine gezielte Planung der transparenten Flächen und deren Verschattung durchgeführt werden. Bei Einsatz von genügend aktivierbarer Gebäudemasse kann die sommerliche Temperatur im Tagesrhythmus durch die Nutzung der Nachtkühle allein durch passive Maßnahmen im komfortablen Bereich gehalten werden. Bei Bedarf können Gebäudetechniksysteme für Heizen und Kühlen in einfacher Form und geringen Investitionskosten zusammenwirken. Aktive Kühlsysteme können weitestgehend vermieden und bei Erfordernis durch Erdkühle oder in Bedarfsfällen mit solar gekoppelter Technik bzw. in verdichteten Gebieten in Verbindung mit Fernwärme ausgeführt werden.

2.6.9 Erneuerbare Energien

Die Entwicklungspotenziale Erneuerbarer Energien werden in Kapitel 9 des Gutachtens dargestellt. Dort wird abgeleitet, welche Anteile bereitstellbar sind in folgenden Bereichen:

- Innerhalb der Gebäudestrukturen
- Innerhalb städtischer Versorgungseinrichtungen
- Innerhalb des Stadtgebietes

- Aus der Region
- Überregional – Deutsch-europäisches Verbundnetz.

Dabei geht es nicht nur um die bilanziellen Jahresmengen, sondern vor allem um die Verfügbarkeit in Abhängigkeit von den täglichen und jährlichen Lastgängen. Der Engpass wird für die Stadt Nürnberg immer in den zentralen Wintermonaten Dezember bis Februar gegeben sein.

Unter diesen Aspekten wird die Einbeziehung erneuerbarer Energien für Gebäudetechnik und Stromversorgung zu einer zentralen Aufgabe der Objekt- und Bebauungsplanung. Es sollte das Ziel sein, ein Höchstmaß an Erneuerbaren Energien innerhalb der Siedlungsstrukturen bereitzustellen, um dadurch regionale Wertschöpfung zu unterstützen und Energieimporte sowie zentrale Kraftwerkstechniken und die Nutzung von Freiflächen für regenerative Stromerzeugung auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Es ist davon auszugehen, dass städtebauliche Aspekte mit diesen Anforderungen in Übereinstimmung gebracht werden müssen. Dabei ist ein sehr bewusster Umgang mit unserer Baukultur erforderlich, die es auf höchstem Niveau zu bewahren gilt.

2.7 Energiekennwerte: Potenzial optimierter Effizienztechnik bis 2050

Zur Veranschaulichung der technisch möglichen Entwicklung werden Best Practice Standards mit jeweils optimierten Komponenten für die Jahre 2011 bis 2050 für Projekte im Wohnungssektor dargestellt. Dazu werden die beschriebenen Top-Runner-Standards aus Kapitel 2.5 zugrunde gelegt und auf Gebäudesysteme übertragen. Mittels energetischer Berechnungen lassen sich die daraus ergebenden Energiekennwerte sicher prognostizieren.

Dieser Nachweis bedingt für freistehende Einfamilienhäuser die höchsten Anforderungen, da kleine Gebäude aufgrund des A/V-Verhältnisses den höchsten Wärmeschutz benötigen. Als Beispiel wurde ein zweigeschossiges Einfamilienhaus mit etwa 130 m² Wohnfläche gewählt. Auf Basis der beschriebenen Komponenten ergibt sich eine Optimierungs-Entwicklung für den Heizwärmebedarf bis 2050, wie sie in der folgenden Tabelle zusammengestellt ist in Form der Entwicklung von Nutz-, End- und Primärenergiebilanzen für Heizen, WW-Bereitung und Haushaltsstrom. Am Ende der Tabelle erfolgt eine Gegenüberstellung der Plusenergiebilanz bei Einsatz von 80 m² Photovoltaik für ein charakteristisches Einfamilienhaus. In der Jahresbilanz ergibt sich eine deutliche Plusenergiebilanz (Endenergie) von 32,7 kWh/(m²a) für die Kennwerte des Jahres 2010, 45,1 kWh/(m²a) für 2020, 56,9 kWh/(m²a) für 2030 und 74,5 kWh/(m²a) für 2050.

Diese Berechnung soll das technisch Machbare veranschaulichen. Die ermittelten Standards liegen deutlich über denen des Best Practice Szenarios in den Kapiteln 3 und 4. Dort werden

deutlich ungünstigere Kennwerte veranschlagt, um eine vollständige Marktdurchdringung und langfristig wirksame Wirtschaftlichkeit bei dem Szenario voraussetzen zu können.

Tabelle 6 Darstellung des technisch Machbaren bei Einsatz von Top-Runner-Technik: Entwicklung von Nutz-, End- und Primärenergiebilanzen für Heizen, WW-Bereitung und Haushaltsstrom am Beispiel eines Einfamilienhauses

		2010	2020	2030	2050
HEIZUNG: Heizwärmebedarf Q_H	kWh/(m ² a)	14,90	7,91	4,53	1,98
Anlagenaufwand		1,12	1,1	1,08	1,06
Endenergiebedarf	kWh/(m ² a)	16,69	8,70	4,89	2,10
Primärenergiefaktor		1,10	0,80	0,50	0,30
Primärenergiebedarf	kWh/(m ² a)	18,36	6,96	2,45	0,63
WARMWASSER: Heizenergiebedarf	kWh/(m ² a)	18,00	17,00	15,00	13,00
Anlagenaufwand		1,15	1,10	1,08	1,05
Endenergiebedarf	kWh/(m ² a)	20,70	18,70	16,20	13,65
Primärenergiefaktor inkl. Solarthermie		0,80	0,70	0,50	0,30
Primärenergiebedarf	kWh/(m ² a)	16,56	13,09	8,10	4,10
STROM: Endenergie	kWh/(m ² a)	15,38	13,08	10,77	7,69
Primärenergiefaktor		2,60	2,10	1,70	1,20
Primärenergiebedarf	kWh/(m ² a)	40,00	27,46	18,31	9,23
GESAMT: Endenergie	kWh/(m ² a)	52,78	40,48	31,86	23,44
Primärenergiefaktor i. M.		1,42	1,17	0,91	0,60
Jahresprimärenergiebedarf	kWh/(m ² a)	74,9	47,5	28,9	14,0
Photovoltaik- Plusenergiebilanz (Beispiel EFH)					
Fläche PV (verfügbare Fläche)	m ² PV	80	80	80	80
Ertrag PV [kWh/m ² Modul]	kWh/m ² PV	100	110	120	140
Ertrag PV gesamt Endenergie Strom	kWh/a	8000	8800	9600	11200
Ertrag PV PE pro m ² Wohnfläche (PE-Faktor s. o.)	kWh/(m ² a)	160,0	142,1	125,5	103,4
Plusenergiebilanz (Jahr) Primärenergie	kWh/(m ² a)	85,0	94,6	96,7	89,4
Plusenergiebilanz (Jahr) Endenergie Strom	kWh/(m ² a)	32,7	45,1	56,9	74,5

Zur Abschätzung des technischen Potenzials wurden über das Einfamilienhaus-Beispiel hinaus die zu erwartenden Kennwerte für die technisch mögliche Entwicklung bis 2050 für Mehrfamilienhäuser berechnet.

Mehrfamilienhaus – Neubau: Nach dem gleichen Ansatz wie bei den oben beschriebenen Einfamilienhäusern wurden die Entwicklungen für Heizwärme-, Endenergie- und Primärenergiebedarf am Beispiel eines dreigeschossigen Mehrfamilienhauses mit 24 Wohnungen á i. M. 75 m² Wohnfläche berechnet.

Mehrfamilienhaus – Sanierung: Die Besonderheiten der Sanierung werden im Vergleich zum Mehrfamilienhaus an einem Gebäude mit gleicher Gebäudegeometrie aber modernisierungstypischen U-Werten und Rahmenbedingungen aufgezeigt. Die Berechnung nach PHPP ergibt für den Standard 2010 mit einem Heizwärmebedarf knapp über 20 kWh/(m²a) charakteristische Bedarfswerte, wie sie in den letzten Jahren bei der "Faktor 10 Sanierung"

erzielt wurden. Die Ausführung mit den dargestellten Standards für 2020 und 2030 ist technisch bereits heute möglich, jedoch mit erhöhten Kosten verbunden.

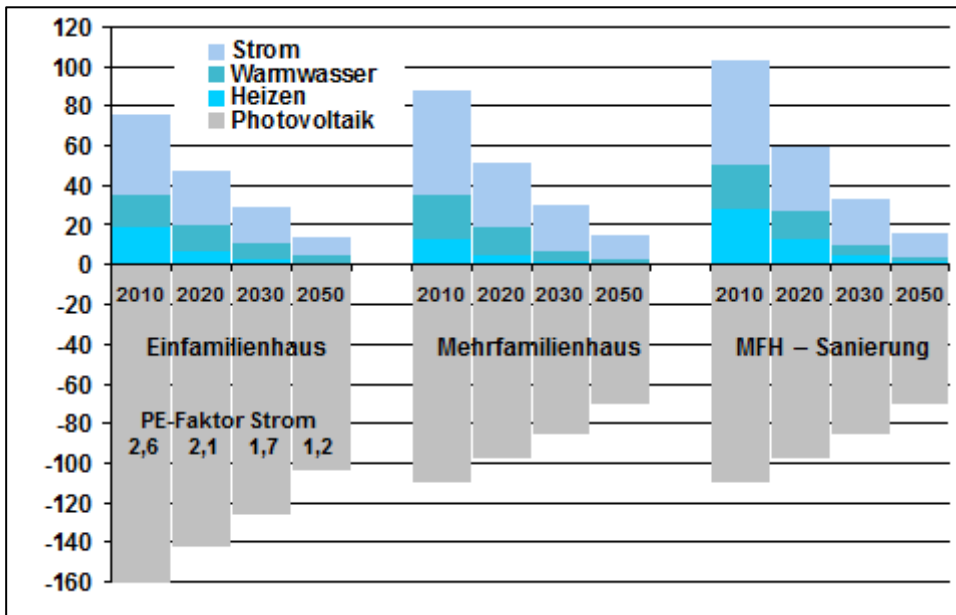


Abbildung 18 Mögliche Entwicklung von Plusenergiehäusern: Kennwerte für Gebäude mit optimierter Effizienztechnik und Ertrag an Erneuerbaren Energien (Photovoltaik) am Beispiel von EFH, MFH und saniertem MFH, Bilanzierung der Primärenergie in kWh/(m²a)

Die Darstellung dieser Beispiele soll dazu dienen, die Kennwerte für die Szenarien in den Folgekapiteln zu hinterlegen. Umgesetzte Plusenergiegebäude der letzten Jahre erzielen Kennwerte, wie sie in der Beispielgrafik für die Jahrgänge 2020 / 2030 berechnet wurden.

Die im Gutachten angesetzten Kennwerte für die drei Szenarien liegen deutlich höher – also energetisch ungünstiger – als die dargestellten, um eine hohe Wirtschaftlichkeit bei den Maßnahmen zu erzielen (vgl. Kapitel 3.5).

3 Wohngebäude

(Dieses Kapitel wurde von Schulze Darup & Partner verfasst.)

Auf Basis der in Kapitel 2 beschriebenen Entwicklung der Komponenten und Kennwerte soll ein Entwicklungsmodell mit verschiedenen Szenarien dargestellt werden. Betrachtet werden die Bereiche Heizen, Kühlung, Lüftung, Warmwasserbereitung, Hilfsenergie und Haushaltsstrom. In Kapitel 5 werden darüber hinaus Potenziale zur gebäude- und siedlungsbezogenen Bereitstellung von erneuerbarer Energie aufgezeigt. Um Aussagen zu unterschiedlichen strategischen Vorgehensweisen erarbeiten zu können, wird der Gebäudebestand in Baualtersgruppen und Gebäudetypen aufgeteilt.



Abbildung 19 Energieverbrauch im Sektor Wohngebäude: Schema der wesentlichen Einflussfaktoren, der Methodik und Maßnahmen und Strategien zur Reduktion des Energieverbrauchs

3.1 Statistische Grundlagen nach Baualtersstufen

Auf Grundlage der Statistischen Gebäudedatei wurden mit dem Amt für Stadtforschung und Statistik der Stadt Nürnberg Baualtersstufen zusammengestellt [Statistik Nbg 2011.1 / s. Kap. 2.4], anhand deren die Entwicklungen des Gebäudebestands sinnvoll nachvollzogen und modelliert werden können. Die Auswahl muss einerseits so erfolgen, dass charakteristische baukonstruktive und energetische Standards jeweils in einer Gruppe zusammengefasst werden. Die Unterteilung muss zugleich so erfolgen, dass die Übersichtlichkeit in Hinblick auf die Bearbeitung und die Ergebnisse erhalten bleibt. Aufgrund dieser Überlegungen wurden

die in Kapitel 2.4 beschriebenen zwanzig Betrachtungsgruppen erstellt. Die Unterteilung erfolgt in zehn Baualtersgruppen, jeweils für Ein- / Zweifamilienhäuser sowie Mehrfamilienhäuser. Aus den statistischen Angaben zu Gebäudeanzahl [Statistik Nürnberg 2009], Wohnfläche und Wohnungen konnte jeweils ein charakteristischer „mittlerer“ Gebäudetyp für jede Gruppe ermittelt werden (s. folgende Tabelle, Spalten rechts). Für diese zwanzig Modellgebäude wurde pro Typus eine detaillierte energetische Berechnung durchgeführt.

Tabelle 7: Zweiundzwanzig Betrachtungsgruppen unterteilt in elf Baualtersgruppen für Ein-/Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser; Ableitung eines jeweiligen charakteristischen „mittleren“ Gebäudetyps für jede Gruppe in den rechten zwei Spalten [Quelle: Statistische Gebäudedatei, Fortschreibung Stichtag: 31.12.2009]

	Ein- und Zweifamilienhäuser						
	Gebäude insg.	Wfl in qm	Wohnungen			Grundlagen für Berechnung pro	
	Anzahl	Summe	Summe	mittl. Wohnfl. pro Wohnung	mittl. Wohnfl. pro Gebäude	Gebäudetyp Geschosse	Wohnfläche
bis 1918	944	122 134	1 239	99	129	I+D	120
1918-1948	9 668	1 101 685	11 936	92	114	I+D	120
1949-1957	5 672	685 766	7 302	94	121	I+D	120
1958-1968	8 881	1 116 039	10 593	105	126	II	130
1969-1978	8 674	1 156 503	9 510	122	133	II	130
1979-1987	4 703	624 442	5 279	118	133	II	130
1988-1994	2 818	370 120	3 143	118	131	II	130
1995-2001	2 029	270 484	2 234	121	133	II	130
2002-2004	1 091	142 182	1 136	125	130	II	130
2005-2010	1 976	273 148	2 089	131	138	II	130
k.A.	298	2 969	322				
Gesamt	46 754	5 865 472	54 783	112	129		

	Mehrfamilienhäuser						
	Gebäude insg.	Wfl in qm	Wohnungen			Grundlagen für Berechnung pro	
	Anzahl	Summe	Summe	mittl. Wohnfl. pro Wohnung	mittl. Wohnfl. pro Gebäude	Gebäudetyp Geschosse	Wohnfläche
bis 1918	1 189	560 368	8 183	68	471	IV	500
1918-1948	7 553	3 473 740	52 480	66	460	III	500
1949-1957	4 322	2 116 214	36 212	58	490	III	500
1958-1968	4 883	3 050 972	47 562	64	625	IV	600
1969-1978	2 513	1 876 900	28 760	65	747	IV	750
1979-1987	1 267	933 539	12 647	74	737	IV	750
1988-1994	1 003	835 092	13 324	63	833	IV	850
1995-2001	720	610 655	10 386	59	848	IV	850
2002-2004	121	110 902	1 327	84	917	IV	900
2005-2010	512	404 324	5 037	80	790	IV	900
k.A.	66	13 946	809				
Gesamt	24 149	13 986 652	216 727	68	692		

3.1 Entwicklung der Wohnfläche

Die spezifische Wohnfläche pro Person ist seit 1950 von ca. 15 m² auf über 40 m² im Jahr 2010 gestiegen. Die weitere Entwicklung wurde auf Basis von Zahlen des Statistischen Amtes der Stadt Nürnberg sowie verschiedener Gutachten hochgerechnet [Vallentin 2011 / Nitsch 2007 / IfS 2006 / Kleemann 2000]. Die daraus abgeleitete Entwicklung der spezi-

fischen Wohnfläche bis 2050 befindet sich in der folgenden Tabelle. Die tatsächliche Entwicklung wird von zahlreichen Faktoren abhängen, die z. T. kongruent zu denen der Bevölkerungsentwicklung (s. Kap. 2.4) sind. Wichtig sind Aspekte hinsichtlich der wirtschaftlichen Entwicklung und des Wohlstands, aber auch wohnungsstrukturelle Gesichtspunkte wirken sich deutlich aus. Insbesondere steigt die spezifische Wohnfläche pro Person durch das weitere Anwachsen kleiner Haushalte sowie durch den Remanenzeffekt, d. h. das Verbleiben von älteren Bewohnern in großen Wohnungen und Häusern nach Auszug der Kinder. Die Wohnflächenentwicklung für Nürnberg wurde auf Basis dieser Kenngrößen und der Entwicklung der Einwohner berechnet, wobei eine Unterscheidung nach den gewählten Gebäudetypen erfolgte und die in Ansatz gebrachten Abriss- und Neubauquoten Berücksichtigung fanden. Bis 2030 wird ein Anstieg zu verzeichnen sein, danach ist mit einem Abflachen des Bedarfs zu rechnen.

Tabelle 8: Entwicklung der spezifischen Wohnfläche pro Person in den Jahren 2010 bis 2050 pro Einwohner, fortgeschrieben auf Basis der Entwicklung gemäß Stat. Amt der Stadt Nürnberg

Jahr	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Wohnfläche pro Einwohner	41,05	42,08	43,15	44,24	45,35	47,67	50,11

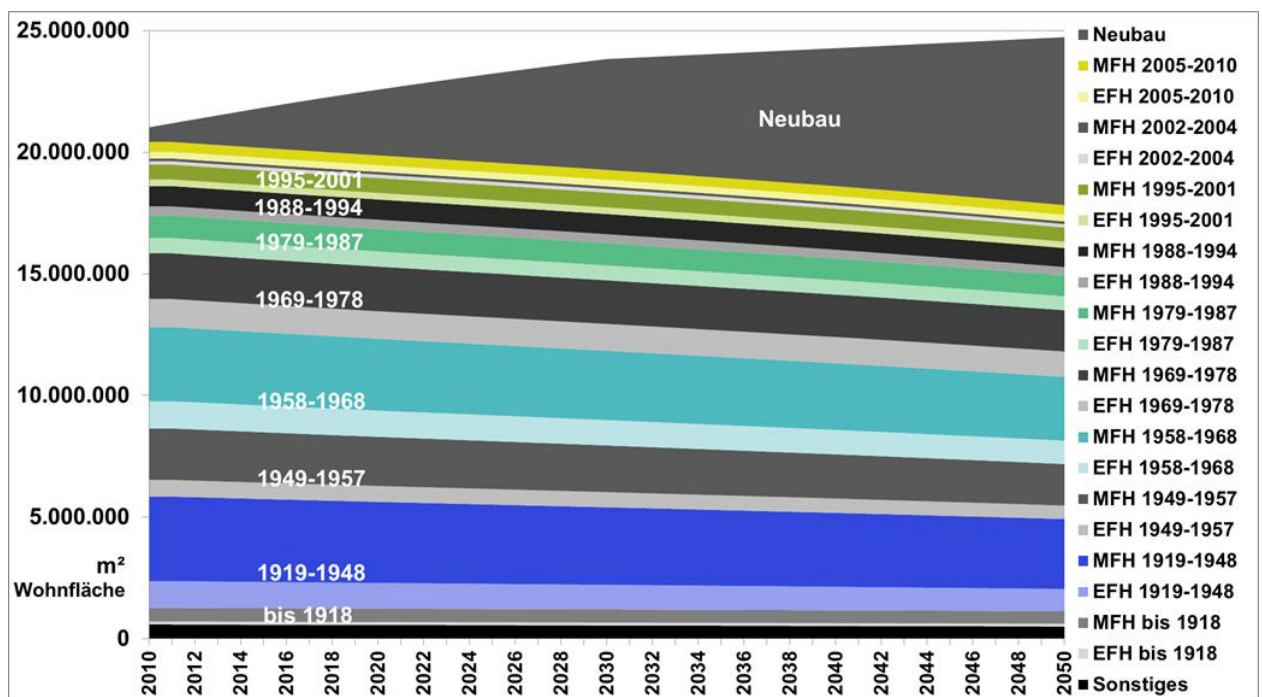


Abbildung 20 Entwicklung der Wohnfläche in Nürnberg 2010 bis 2050

3.2 Denkmal- und Ensembleschutz

Unsere Baukultur ist Grundlage für die Identifikation mit unserer Stadt, bietet eine hohe Lebensqualität und ist aufgrund dessen auch ein Standortfaktor mit wirtschaftlicher Relevanz. Insofern steht außer Frage, dass es gilt, dieses Gut zu bewahren. Das ist zunächst eine stadtplanerisch-denkmalschützerische Aufgabe mit dem Ziel, das Stadtbild vor dem Hintergrund historischer Gegebenheiten und städtebaulicher Situationen in Verbindung mit den Anforderungen der Zukunft weiter zu entwickeln. Auf der anderen Seite ist jeder Investor, Bauherr und Planer in der Verpflichtung, sein Projekt innerhalb dieses Gesamtrahmens individuell in bestmöglicher Form zu planen und umzusetzen. Solch ein planerischer Optimierungsprozess beinhaltet immer Zielkonflikte, die es zu lösen gilt. Insofern dürfen die Interessen von Denkmalschutz und Energieeffizienz nicht gegeneinander positioniert, sondern müssen als integraler gemeinsamer Planungsansatz gesehen werden. Dazu gehört, dass Energieplaner sich denkmalschützerische Kompetenz aneignen bzw. mit entsprechend qualifizierten Architekten zusammenarbeiten. Auf der anderen Seite müssen Akteure im Denkmalschutz fundiertes Fachwissen im Bereich der Bauphysik aufweisen und ihre Partner vor Ort hinsichtlich optimierter energetischer Lösungen beraten können.

In diesem Gutachten wird ein praxiserprobter Ansatz zu diesem Aufgabengebiet verfolgt. Jedes Gebäude, das als Denkmal, im Ensemble oder einfach nur aufgrund seiner stadtbildprägenden Eigenschaften zu schützende Elemente aufweist, muss individuell in diesem Sinn geplant werden. Grundsätzlich gilt die Maßgabe, dass jedes Bauteil der wärmeübertragenden Gebäudehülle gedämmt werden sollte. Denkmalgeschützte Objekte weisen bei den meisten Bauteilen eben diese Möglichkeit zum Wärmeschutz auf, insbesondere bei den Dachflächen und im Allgemeinen auch zum Keller oberhalb oder unterhalb der Decke bzw. zur Bodenplatte. Fenster können unter Denkmalschutzaspekten durch innere Aufdopplungen als Kastenfensterkonstruktion oder als homogenes Fenster bei höchsten gestalterischen Anforderungen mit U_w -Werten im Bereich von 0,95 bis unter 0,8 W/(m²K) ausgeführt werden. Bei Außenwänden ist zu unterscheiden zwischen Wänden, die von außen gedämmt werden können, Wänden mit der Möglichkeit von Innendämmung und Wänden, die weder außen noch innen mit einer Wärmedämmung versehen werden können. Letztere Kategorie kommt sehr selten im Bereich $\leq 0,3$ Prozent des Bestandes vor.

3.2.1 Beispielberechnungen für denkmalgeschützte Gebäude

Um die Auswirkung von Denkmalschutzmaßnahmen darzustellen, wurde am Beispiel eines Mehrfamilienhauses aus der Gründerzeit in charakteristischer Blockrandbebauung mit vier Geschossen und 500 m² Wohnfläche eine energetische Berechnung nach Passivhaus Projektierungs Paket (PHPP) durchgeführt. Der Heizwärmebedarf für das Bestandsgebäude beträgt 220 kWh/(m²a), wobei in der Realität durch eine geringere mittlere Temperatur und

einen niedrigeren Luftwechsel der Verbrauchswert bei 160 bis 180 kWh/(m²a) liegt. Bei einer energetisch optimalen Sanierung wird ein Heizwärmebedarf von 26 kWh/(m²a) erzielt. Da die Straßenfassade jedoch aus Denkmalschutzgründen nur mit einer Innendämmung versehen werden kann mit $U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ergibt sich ein Heizwärmebedarf von 34 kWh/(m²a) in Verbindung mit den Wärmebrückeneffekten aus den einbindenden Wänden mit $\Psi = 0,2 \text{ W/(mK)}$. (s. folgende Abbildung)

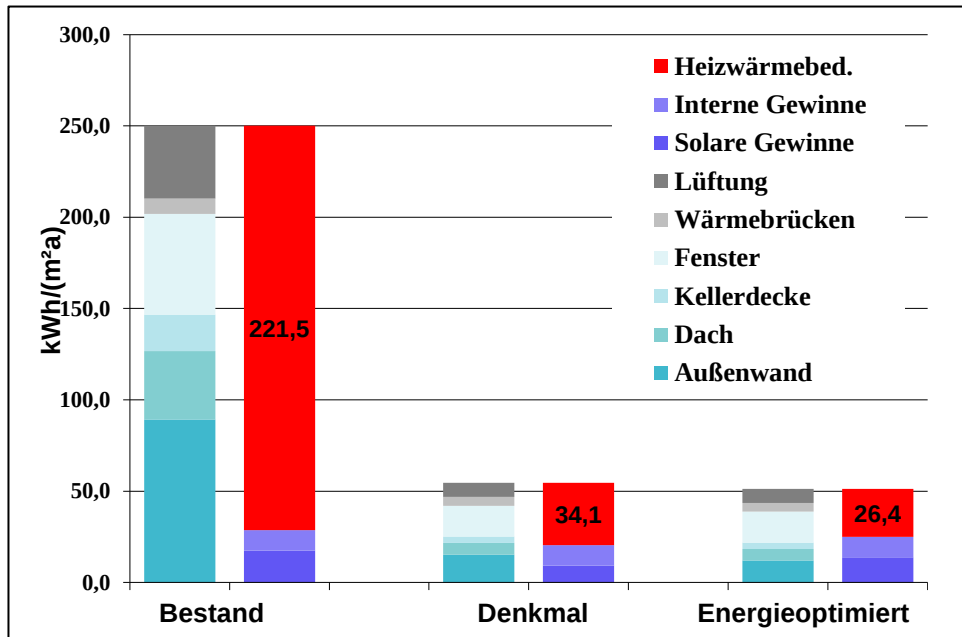


Abbildung 21 Mehrfamilienhaus bis 1918, Blockrandbebauung, viergeschossig, 500 m² Wohnfläche: Darstellung des Heizwärmebedarfs mit Bilanzierung von Gewinnen und Verlusten. Gegenüber der energetisch optimierten Variante mit einem Heizwärmebedarf von 26 kWh/(m²a) erzielt die Denkmalschutz-Variante mit Innendämmung der Straßenfassade ($U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) und einbindende Wände mit $\Psi = 0,2 \text{ W/(mK)}$ einen Heizwärmebedarf von 34 kWh/(m²a)

Als weiteres Beispiel wird ein charakteristisches Mehrfamilienhaus aus der Baualtersklasse 1958 bis 1968 untersucht. Das Gebäude ist freistehend, viergeschossig mit 600 m² Wohnfläche. Die Fassade ist mit Klinkern versehen und soll erhalten bleiben. Der Heizwärmebedarf stellt sich in diesem Fall für das Bestandsgebäude mit einem Wert von 215 kWh/(m²a) dar gemäß Berechnung nach PHPP, wobei auch hier ein niedrigerer mittlerer Verbrauchswert von 150 bis 175 kWh/(m²a) zu erwarten ist. Bei energetisch optimaler Sanierung wird ein Heizwärmebedarf von knapp 26 kWh/(m²a) erzielt. Die Denkmalschutzausführung mit Innendämmung ($U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ und einbindenden Wänden mit $\Psi = 0,2 \text{ W/(mK)}$) ergibt einen eher hohen Heizwärmebedarf von 45 kWh/(m²a), da alle vier Seiten des Gebäudes nur mit Innendämmung versehen werden können. (s. folgende Abbildung)

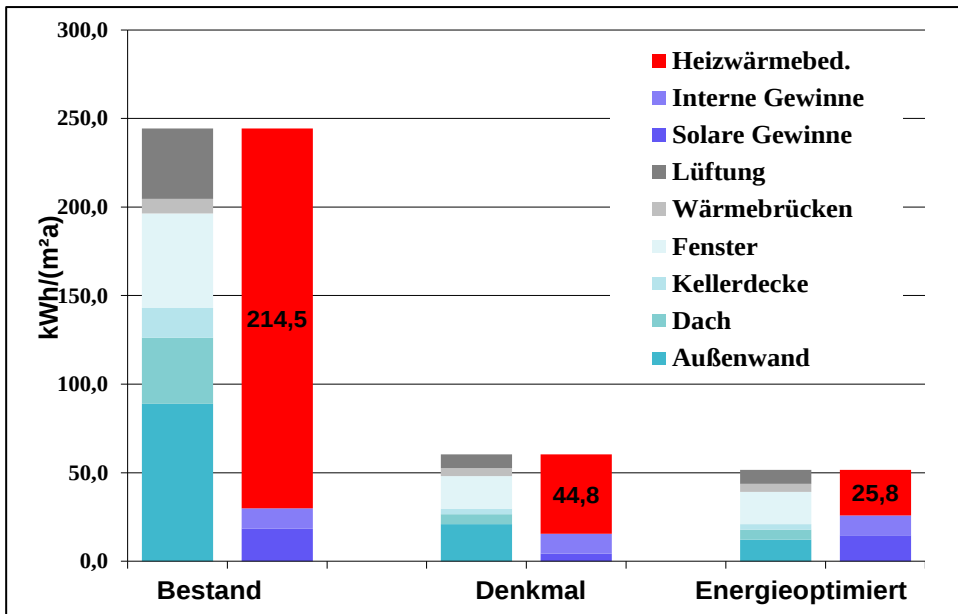


Abbildung 22 Mehrfamilienhaus 1958 bis 1968, freistehend, viergeschossig, 600 m² Wohnfläche: Darstellung des Heizwärmebedarfs mit Bilanzierung von Gewinnen und Verlusten. Gegenüber der energetisch optimierten Variante mit einem Heizwärmebedarf von 26 kWh/(m²a) erzielt die Denkmalschutz-Variante mit Innendämmung der Straßenfassade ($U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) und einbindende Decken und Wände mit $\Psi = 0,20 \text{ W/(mK)}$) einen Heizwärmebedarf von 45 kWh/(m²a)

In diesem Fall ist es besonders sinnvoll, eine Optimierung der Innendämmung durchzuführen mittels eines verbesserten U- Wertes für die Innendämmung von $0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ und einem Ψ - Wert von im Mittel $0,10 \text{ W/(mK)}$ für die einbindenden Decken und Wände. Durch diese Verbesserungen kann der Heizwärmebedarf deutlich um $11 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ von 45 auf $34 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ reduziert werden. (s. folgende Abbildung)

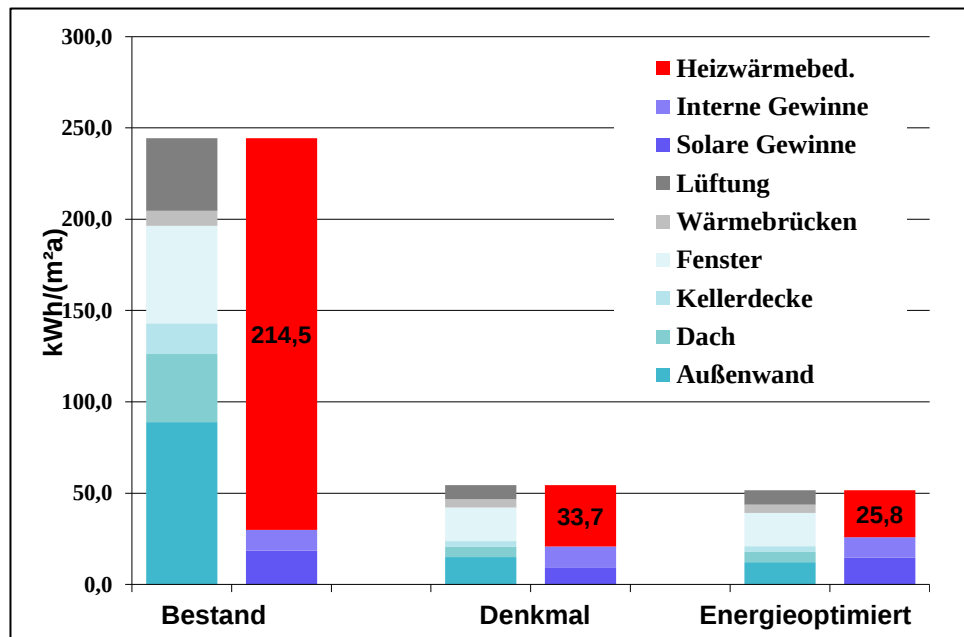


Abbildung 23 Wie vorherige Abbildung, jedoch Innendämmung der Straßenfassade $U = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ und einbindende Decken und Wände mit $\Psi = 0,10 \text{ W/(mK)}$ mit einem um $11 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ reduzierten Heizwärmebedarf von $34 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$.

An diesen Beispielen sollte dargestellt werden, dass auch bei Innendämmung für die meisten Gebäude ein sinnvolles Optimierungspotenzial gegeben ist, um hocheffiziente Sanierungsstandards auch in Hinsicht auf langfristige Klimaschutzziele zu erreichen.

3.2.2 Erhöhte Energiekennwerte für Denkmal- und Ensembleschutz

Auf Grundlage dieser Berechnungen sowie zahlreicher Erfahrungen mit umgesetzten Projekten wurde für die Studie ein Vorgehen zur Berücksichtigung der Denkmalschutzbelange gewählt, bei dem jeder Baualtersstufe eine Zulage für den Heizwärmebedarf zugeordnet wird gemäß der folgenden Tabelle. So kann bei einem Ansatz von 7 % denkmalgeschützten Gebäuden des Mehrfamilienhausbestandes bis 1918 der Ansatz im Gutachten für das jeweilige Szenario um 50 Prozent überschritten werden, für die Gebäude mit Ensembleschutz dieser Jahrgänge (15 Prozent) um 25 Prozent und darüber hinaus für weitere stadtbildprägende Gebäude (45 Prozent) um 15 Prozent. Für die Jahrgänge 1919 bis 1945 und 1958 bis 1968 sind die Prozentzahlen ebenfalls in der Tabelle enthalten. Die Ansätze für die weiteren Baualtersstufen befinden sich in den Datenblättern zur Gebäudetypologie in den Kapiteln 3.4.1-20.

Tabelle 9 Berücksichtigung von erhöhtem Heizwärmebedarf für Gebäude mit Denkmal- bzw. Ensembleschutz sowie für sonstige stadtbildprägende Gebäude

	MFH Baujahr bis 1918		MFH 1919 bis 1945		MFH 1958 bis 1968	
	Anteil %	Heizw.bed.	Anteil %	Heizw.bed.	Anteil %	Heizw.bed.
Anteil Denkmalschutz	7 %	150 %	4 %	135 %	3 %	130 %
Anteil Ensembleschutz	15 %	125 %	6 %	125 %	5 %	120 %
Anteil Stadtbildprägend	45 %	115 %	20 %	115 %	5 %	110 %

3.3 Kosten, volkswirtschaftliche Rahmenbedingungen und Förderaspekte

Energetische Gebäudesanierung weist eine hohe volkswirtschaftliche Bedeutung auf. Es können gezielte Konjunkturimpulse gesetzt werden. Dies geschieht in vielen Fällen mit dem Nebenaspekt, dass gespartes Vermögen aktiviert wird. Zudem kommt der größte Teil der Investitionen regionalen Wirtschaftskreisläufen zugute und fördert die heimische Wirtschaft und das Handwerk.

Grundsätzlich ist es sinnvoll Gebäude zu sanieren, wenn die wesentlichen Bauteile das Ende ihrer Nutzungszeit erreicht haben und Maßnahmen aus Instandsetzungsaspekten heraus ohnehin erforderlich sind.

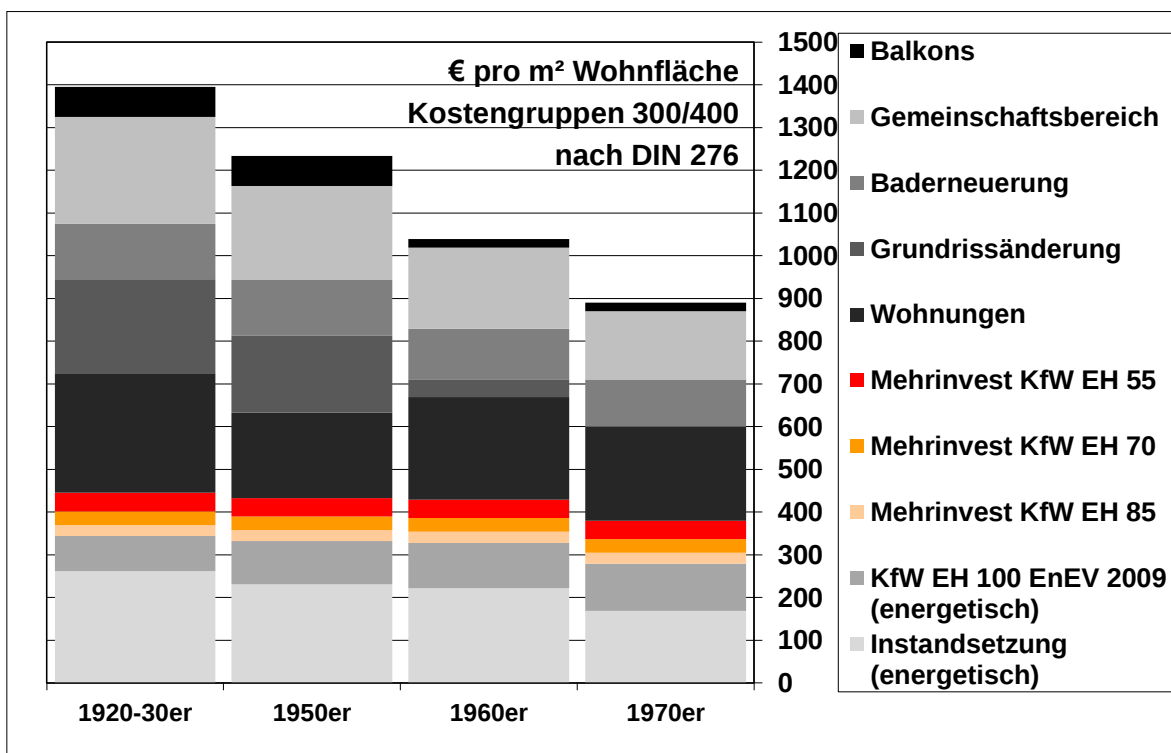


Abbildung 24 Kosten für die Gebäudesanierung verschiedener Baualtersstufen bei einem charakteristischen Maßnahmenmix (€ pro m² Wohnfläche)

Die Kosten einer Sanierung teilen sich in folgende Bereiche auf. Alle Kostenangaben beziehen sich auf die Kostengruppen 300 und 400 (reine Baukosten) nach DIN 276 inkl. MWSt.:

1. Energetische Sanierung der Gebäudehülle: Kosten 200 bis 350 €/m² Wohnfläche, inklusive Gebäudetechnik 250 bis 450 €/m² Wohnfläche (Standard: KfW Effizienzhaus 100)
2. Instandsetzungsleistungen sind in dieser Summe enthalten mit einem Anteil von 30 bis 70 Prozent der Kosten in Abhängigkeit vom Zustand des Gebäudes
3. Mehrinvestitionen für die Standards KfW Effizienzhaus 85 / 70 / 55 liegen bei 50 bis 150 €/m² Wohnfläche; zahlreiche durchgeführte Projekte im Bereich von Mehrfamilienhäusern mit dem Standard KfW 55 weisen Mehrinvestitionen von knapp 100 €/m² WF aus
4. Grundrissänderungen kosten 100 bis 400 €/m² WF
5. Baderneuerungen schlagen mit 40 bis 150 €/m² WF zu Buche
6. Schönheitsreparaturen in den Wohnungen liegen bei 100 bis 300 €/m² WF
7. Maßnahmen im Gemeinschaftsbereich (Treppenhäuser, Keller, Dachboden) sind mit 100 bis 300 €/m² WF zu veranschlagen
8. Neue Balkons kosten 50 bis 100 €/m² WF.

Die Gesamtkosten bei wirtschaftlich durchgeführten Maßnahmen werden in der folgenden Abbildung für die Sanierung von Mehrfamilienhäusern unterschiedlicher Baujahre dargestellt.

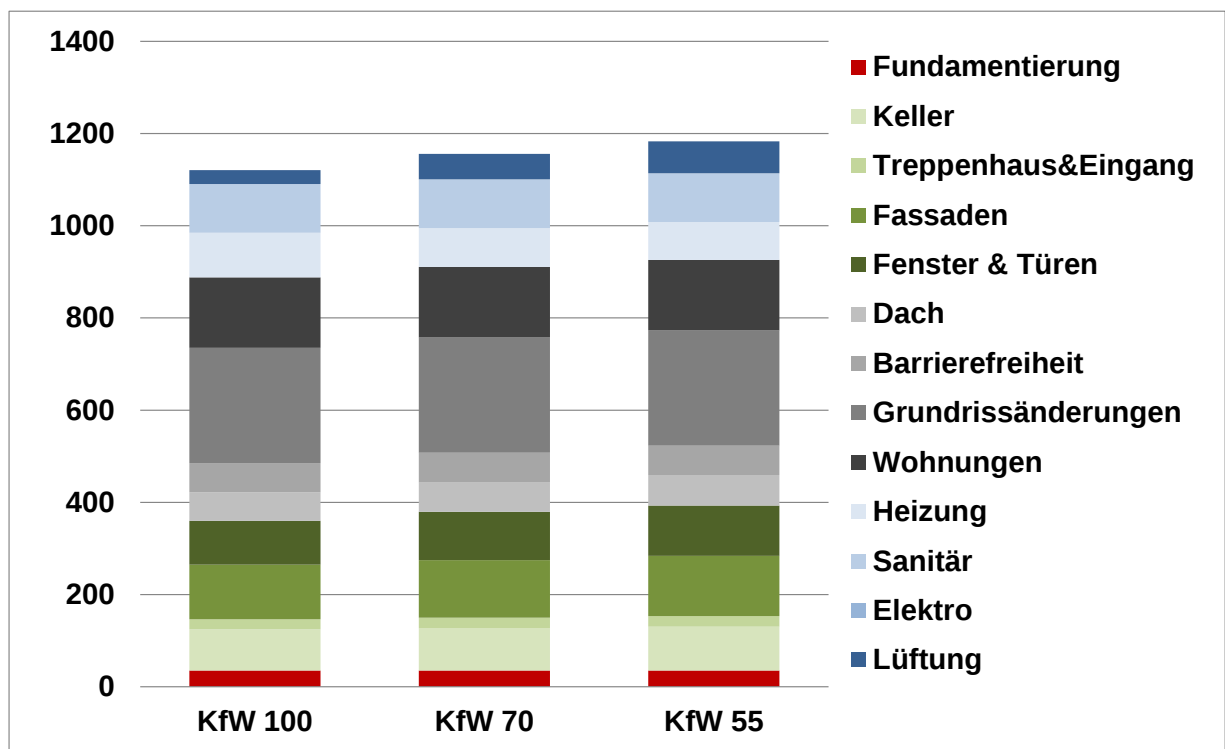


Abbildung 25 Aufstellung der Modernisierungskosten eines charakteristischen Mehrfamilienhauses aus den 1950er Jahren mit durchgreifenden Maßnahmen unterschieden nach drei energetischen Sanierungsstandards

Zu den Kostengruppen 300 und 400 sind die Aufwendungen für Herrichten und Erschließen (KG 200), die Außenanlagen (KG 500) und die Baunebenkosten für Planung etc. (KG 700) zu addieren. In der folgenden Abbildung wird eine grundlegende Sanierung den Kosten eines Neubaus mit vergleichbaren Energiestandards gegenübergestellt. Die Kosten für das Baugrundstück und evtl. Stellplätze werden dabei nicht betrachtet.

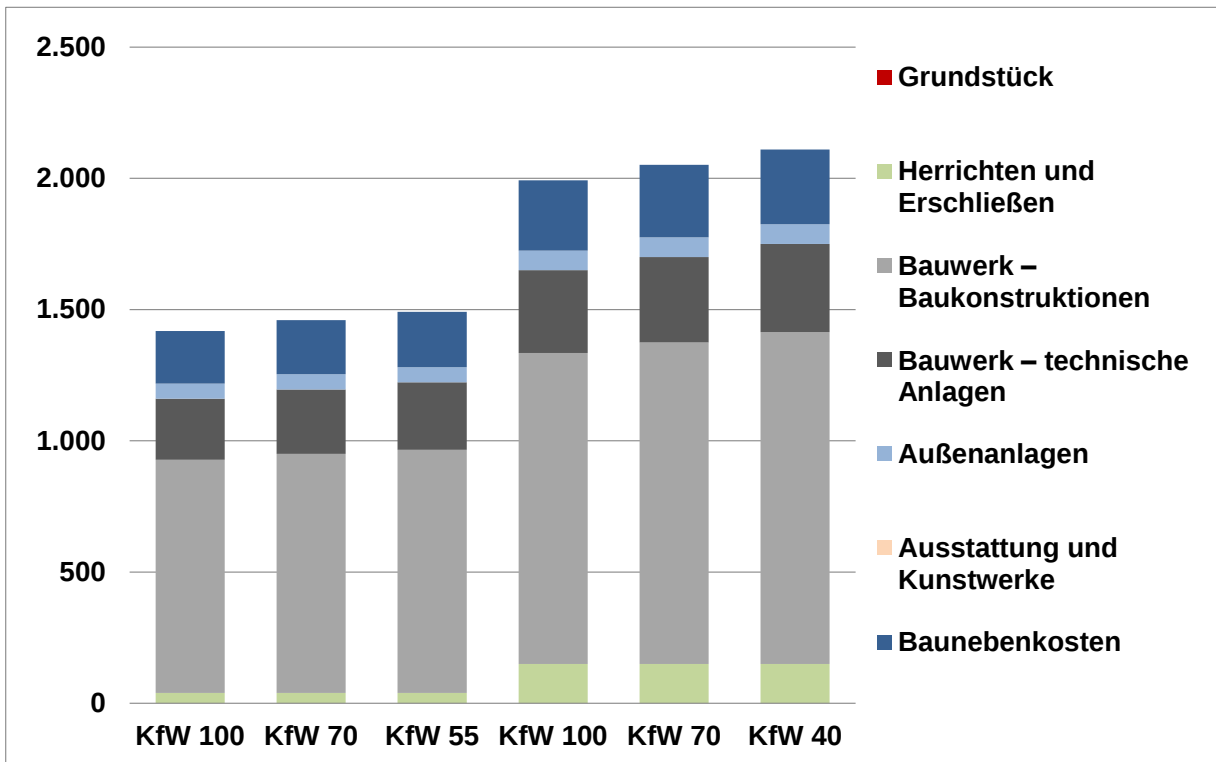


Abbildung 26 Vergleich der Kosten einer umfassenden Sanierung eines charakteristischen Mehrfamilienhauses der 1950er Jahre mit den Kosten eines vergleichbaren Neubaus (Kostengruppe 100 bis 700 nach DIN 276 inkl. MWSt.)

Die Kostenermittlungen basieren auf den Abrechnungsergebnissen zahlreicher Projekte sowie auf wissenschaftlichen Untersuchungen zu der Thematik [gdw 2011]. Mit einem darauf basierenden Rechentool wurde im Rahmen der Studie für jeden Gebäudetyp ein mittlerer Kostenansatz für Sanierungsannahmen in Form der folgenden Tabelle erstellt. Diese Kosten liegen bei etwa 70 Prozent der oben aufgeführten Kosten einer umfassenden Sanierung und bilden ein durchschnittliches Investitionsverhalten ab, das zwischen durchgreifender Sanierung (ca. 70 % vergleichbarer Neubaukosten) und rein energetischer Sanierung liegt.

Im folgenden Kapitel werden die Kostenansätze in den jeweiligen Datenblättern der Kapitel 3.4.1-20 angegeben.

Tabelle 10 Kostenansatz für die Sanierung von Mehrfamilienhäusern der Baualtersgruppe 1958 bis 1968 in der Berechnungsmatrix

SANIERUNGSKOSTEN € pro m² Wohnfläche*		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	14	45	45	45	45
KG 300/400	€/m²	258	615	650	688	719
davon energetisch bedingt	€/m²	193	401	437	474	506
KG 500 Außenanlagen	€/m²	21	60	60	60	60
KG 700 Nebenkosten	17%	47	115	121	127	132
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	340	835	876	920	957
Energetische Sanierung ohne Instands.	€/m²		209	244	281	313
Energetische San. Instands./Ohnehinkosten	€/m²		193	193	193	193

3.3.1 Schlussfolgerungen

Aus volkswirtschaftlicher Sicht sollte die energetische Sanierung des gesamten Gebäudebestandes mit möglichst hoher Kontinuität innerhalb der nächsten vierzig bis fünfzig Jahre mit einer mittleren jährlichen Sanierungsquote von 2 bis 2,5 Prozent durchgeführt werden. Die Ertüchtigung der Gebäude ist in dem Moment sinnvoll, wenn die Nutzungsdauer ihrer Bauteile zu Ende geht. Dadurch beschränken sich die Kosten für die energetischen Maßnahmen zum Erreichen des aktuellen Neubaustandards (EnEV 2009) auf 300 bis 500 € pro m² Wohn-/Nutzfläche (alle Kostenangaben gemäß Kostengruppe 300/400 nach DIN 276 inkl. MWSt.). Dreißig bis fünfzig Prozent dieser Kosten stellen Instandsetzungsmaßnahmen dar, die ohnehin erforderlich sind. Soll ein Standard im Bereich KfW Effizienzhaus 55 (=Klimaschutzszenario) erreicht werden, erhöhen sich die Investitionen um 100 bis 150 €/m². Zum Erreichen der Standards gemäß Best Practice Szenario sind weitere 100 €/m² erforderlich. Darüber hinaus werden in den meisten Fällen Umbaumaßnahmen, Modernisierungen und sonstige Wertverbesserungen ausgeführt, die nochmals 300 bis über 1.000 €/m² ausmachen können.

Im Wohngebäudebereich ergibt sich bei einer Sanierungsquote von 1,5 Prozent ein jährliches Investitionsvolumen von etwa 340 Mio. € bei einer Sanierungsquote von 2,0 Prozent von 450 Mio. €. Allein im Wohnbereich können jährlich etwa 100 Mio. € zusätzliche Bauleistungen initiiert werden. Dazu ist ein integrales kommunales Förderkonzept in Verbindung mit Bundes- und Landesmitteln zu entwickeln. Die erhöhten Investitionen von 100 Mio. pro Jahr fließen zu mehr als 25 % in die staatlichen Haushalte zurück. In diesem Sinn ist es für die Stadt Nürnberg von hoher Bedeutung, sowohl Fördermittel in die Region zu lenken als auch privates Kapital gezielt zu aktivieren.

3.4 Gebäudetypologie

In Kapitel 3.1 wurden die statistischen und methodischen Grundlagen für eine Gebäudetypologie dargestellt, die den Wohngebäudebestand der Stadt Nürnberg möglichst präzise in einem überschaubaren Modell nachvollziehbar macht.

Auf Basis von charakteristischen Gebäudeklassen wurden zwanzig Gebäudetypen detailliert untersucht und umfassende Daten hinsichtlich folgender Aspekte zusammengestellt und berechnet:

- Anzahl Wohnungen und Gesamtwohnfläche für den jeweiligen Typus
- Ermittlung eines charakteristischen Beispielgebäudes mit Gebäudegeometrie, Wohnfläche und Transmissionsflächen
- Festlegen der jahrgangstypischen U-Werte für alle Bauteile hinsichtlich des Bestands und der zukünftigen Energiestandards; Festlegungen zur Qualitätssicherung hinsichtlich Wärmebrücken und Luftdichtheit sowie zur Lüftungstechnik
- Berechnung des Heizwärmebedarfs nach PHPP und EnEV für folgende Standards:
 - Energiekennwerte für den Bestand
 - Standard EnEV 2009
 - Standard EnEV 2015 (etwa Passivhaus-Standard)
 - Standard EnEV 2018
 - Standard EnEV 2021 (optimierter Passivhaus-Standard / Zero-Emission-Standard).
- Einflüsse des Nutzerverhaltens
- Auswirkung von bereits durchgeführten Sanierungen
- Heizwärmebedarf für die Warmwasserbereitung
- Anteil der Gebäude mit Denkmal- und Ensembleschutz sowie sonstige stadtbildprägende Gebäude und der daraus entstehende erhöhte Heizwärmebedarf für Sanierungslösungen
- Aufstellung charakteristischer Sanierungskosten nach DIN 276 für die unterschiedlichen Sanierungsstandards.

Den wesentlichen Part in dieser Zusammenstellung umfasst die energetische Berechnung. Zur Ermittlung der Energiekennwerte wurde ein Verfahren gewählt (s. Kap. 2.2), das sich in der Praxis vielfach bewährt hat. Es geht nicht nur darum, Kennwerte für Bestandsgebäude stimmig nachzuvollziehen, sondern vor allem um die Berechnung zukünftiger Energiestandards. Das Passivhaus Projektierungs Paket [PHPP 2009] ist für die Berechnung von hocheffizienten Gebäuden konzipiert und bei einer sehr hohen Zahl von Gebäuden durch wissenschaftliche Begleitforschung hinsichtlich der tatsächlich erreichten Energieverbrauchswerte validiert worden. Das Excel-basierte Programm ermöglicht zudem eine Anpassung an die Erfordernisse dieses Gutachtens, indem unterschiedliche energetische Zielstandards, die in den nächsten Jahren zu erwarten sind, parallel für jeden der 20 Gebäude-

typen berechnet wurden. Dazu erfolgten die Eingabe der jeweiligen individuellen Gebäude-
daten und die anschließende Ermittlung der Energiekennwerte.

Die Basis für diese Berechnungen stellen Komponenten dar, wie sie in Kapitel 2 aufgeführt
werden. Die Auswahl der Standards und Kennwerte erfolgte auf Grundlage absehbarer Ent-
wicklungen marktverfügbarer Techniken. Erfasst sind die jeweiligen jahrgangstypischen U-
Werte ebenso wie die technischen Werte der Fensterkonstruktionen, die Vorgaben für die
Lüftung, Luftdichtheit und die Wärmebrücken. In der folgenden Tabelle werden die relevanten
Werte für eine beispielhafte Baualtersgruppe zusammengestellt.

**Tabelle 11 Transmissionsflächen am Beispiel der Baualtersgruppe 1958 bis 1968 für die Mehr-
familienhäuser und die charakteristischen U-Werte der Bauteile für die unterschiedlichen
Standards**

	Konstrukt- Fläche KF	Bestand U-Wert	EnEV 2009 U-Wert	EnEV 2015 U-Wert	EnEV 2018 U-Wert	EnEV 2021 U-Wert
	m ² KF	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)
Außenwand	533,9	1,18	0,21	0,16	0,14	0,12
Oberste Decke zum Dachboden	197,4	1,04	0,20	0,16	0,14	0,12
KG-Decke	197,4	0,99	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,5	1,22	0,24	0,18	0,16	0,14
Treppenhauskopf / Kellerabgang	70,6	1,46	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	150,0	2,50	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,20	1,25	1,10	0,90	0,80
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Auf dieser Basis wurden die Energiebedarfswerte für die 20 Gebäudetypen und ihre
jeweiligen 5 Standards präzise ermittelt. Pro Gebäudetyp sind die zugrundeliegenden Kenn-
werte in den Datenblättern der Kapitel 3.4.1-20 enthalten. Das Rechenverfahren erfolgte wie
bereits beschrieben nach PHPP, aber zum Vergleich auch nach Energieeinsparverordnung
(EnEV). In der folgenden Tabelle werden die Ergebnisse für Mehrfamilienhäuser der Bau-
altersklasse 1958 bis 1968 dargestellt.

Tabelle 12 Ergebnis der Energiekennwerte gemäß EnEV-Berechnung und Berechnung nach Passivhaus Projektierungs Paket (PHPP) am Beispiel der Baualtersgruppe Mehrfamilienhäuser 1958 bis 1968

Kennwerte EnEV		Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m²a)	154	35	14	9	7
H' _T	W/(m²K)	1,24	0,33	0,27	0,23	0,20
A _N	m²	751				
Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	215	49	26	19	12

Die Nutzereinflüsse müssen bei dieser Art von Berechnung berücksichtigt werden. Während bei hocheffizienten Gebäuden die Berechnungsergebnisse nach PHPP im Mittel der Nutzer sehr genau zutreffen, gibt es beim Gebäudebestand Effekte, die im Allgemeinen zu einem verringerten Bedarf führen. Einerseits liegt der Luftwechsel im Mittel niedriger als die Kennwerte nach EnEV. Dazu kommt der Anteil an teilbeheizten Flächen in schlecht gedämmten Wohnungen, wodurch der Verbrauchswert im Allgemeinen niedriger liegt als der Bedarfswert.

In Abstimmung mit FfE München wurde darüber hinaus eine Gewichtung durchgeführt hinsichtlich des Anteils der jeweils bereits sanierten Gebäude und der Sanierungseffizienz der bereits durchgeführten Maßnahmen. Die jeweiligen Ansätze sind in den Berechnungen und Datenblättern in den folgenden Kapiteln dokumentiert. Der Abgleich mit FfE München sorgte weiterhin dafür, dass die Kennwerte für das Jahr 2010 zwischen den beiden Gutachten sowie der Gesamtverbrauch 2010 aufeinander abgestimmt sind.

Die Ergebnisse der oben beschriebenen Grundlagenberechnungen werden in kompakter Form für die zwanzig Gebäudetypen dargestellt. Dazu wurden die wichtigsten Ergebnisse jeweils auf einer Seite tabellarisch zusammengefasst und in den folgenden Kapiteln zusammengefasst. [Hinweis zur Benutzung: Die Einfamilienhaus-Typen befinden sich im Lese-modus mit Doppelseitenansicht jeweils auf der linken Seite und die Mehrfamilienhaus-Typen auf der rechten Seite. Beim Durchscrollen können jeweils die einzelnen Kenndaten der Typen direkt miteinander verglichen werden]

3.4.1 Ein- und Zweifamilienhäuser bis Baujahr 1918

Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr bis 1918 I+D		Gebäude Baualtersklasse insgesamt		944
		Wohnungen insgesamt		1.239
		Wohnfläche ges. (m²)		122.134
		Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		120
		Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		321
		Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		205
		Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		25.077
		Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		2.076
		Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		251 €
		Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl]		1.404 €
		Anteil %	Heizw.bed.	
		Anteil Denkmalschutz	4%	150%
		Anteil Ensembleschutz	15%	125%
		Anteil Stadtbildprägend	25%	115%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)		Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
		321	71	40	29	19

Kosten nach DIN 276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche		Instandsetzung	2009	2015	2018	2021
		~600	~1400	~1450	~1450	~1450

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.-Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	m² KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	108,1	1,35	0,21	0,16	0,13	0,11
Schrägdach	132,7	0,84	0,18	0,15	0,12	0,09
KG-Decke	132,7	1,06	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,0	1,75	0,24	0,18	0,15	0,12
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	2,10	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	22,8	2,80	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,80	1,25	1,00	0,80	0,75
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,025	0,02	0,015
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,5	0,4
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A_N)	kWh/(m²a)	294	63	36	26	19
H'_T	W/(m²K)	1,04	0,27	0,22	0,18	0,15
A_N	m²	116				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	321	71	40	29	19
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	304	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	85%	281	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	65%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-42%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	205,3				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	26 €	75 €	75 €	75 €	75 €
KG 300/400	€/m²	482 €	1.071 €	1.119 €	1.156 €	1.191 €
davon energetisch bedingt	€/m²	251 €	502 €	550 €	587 €	622 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	23 €	65 €	65 €	65 €	65 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	86 €	193 €	201 €	208 €	213 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	617 €	1.404 €	1.460 €	1.503 €	1.544 €

3.4.2 Mehrfamilienhäuser bis Baujahr 1918

Mehrfamilienhäuser bis Baujahr 1918 IV			Gebäude Baualtersklasse insgesamt		1.189
			Wohnungen insgesamt		8.183
			Wohnfläche ges. (m²)		560.368
			Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		500
			Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		221
			Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		150
			Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		83.940
			Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		9.526
			Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		173 €
			Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl]		1.376 €
			Anteil %	Heizw.bed.	
			Anteil Denkmalschutz	7%	150%
			Anteil Ensembleschutz	15%	125%
			Anteil Stadtbildprägend	45%	115%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)		Heizwärmebed.
Bestand	221	
EnEV 2009	50	
EnEV 2015	26	
EnEV 2018	20	
EnEV 2021	13	

Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche	
Instandsetzung	~800
Standard nach EnEV 2009	~1400
Standard nach EnEV 2015	~1450
Standard nach EnEV 2018	~1500
Standard nach EnEV 2021	~1550

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.-Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	m² KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	438,4	1,21	0,21	0,16	0,14	0,12
Oberste Decke zum Dachboden	183,8	0,89	0,20	0,16	0,14	0,12
KG-Decke	183,8	1,04	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile		1,28	0,24	0,18	0,16	0,14
Treppenhauskopf / Kellerabgang	86,0	1,41	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	115,0	2,80	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,20	1,25	1,10	0,90	0,80
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m²a)	124	29	10	6	4
H _T	W/(m²K)	1,25	0,32	0,26	0,22	0,19
A _N	m²	865				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	221	50	26	20	13

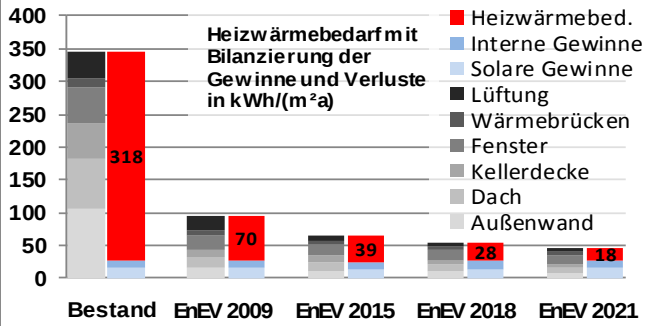
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand			
Luftwechsel	0,354	205	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert
Teilbeheizung	85%	190	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert
Anteil sanierter Gebäude	%	70%	
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-30%	
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	149,8	
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	17 €	55 €	55 €	55 €	55 €
KG 300/400	€/m²	604 €	1.079 €	1.119 €	1.161 €	1.196 €
davon energetisch bedingt	€/m²	212 €	385 €	424 €	466 €	502 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	18 €	50 €	50 €	50 €	50 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	106 €	192 €	199 €	206 €	212 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	744 €	1.376 €	1.422 €	1.471 €	1.513 €

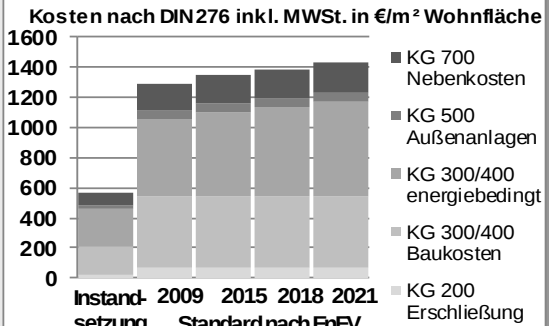
3.4.3 Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1918 – 1949

Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1918-1948 I+D		Gebäude Baualtersklasse insgesamt	9.668
		Wohnungen insgesamt	11.936
		Wohnfläche ges. (m²)	1.101.685
		Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]	120
		Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]	318
		Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]	210
		Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]	230.992
		Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]	18.729
		Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten	251 €
		Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl.]	1.290 €
		Anteil % Heizw.bed.	
		Anteil Denkmalschutz	3% 130%
		Anteil Ensembleschutz	5% 120%
		Anteil Stadtbildprägend	10% 110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)



Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche



Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.- Fläche KF	Bestand U-Wert	EnEV 2009 U-Wert	EnEV 2015 U-Wert	EnEV 2018 U-Wert	EnEV 2021 U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	104,0	1,40	0,21	0,16	0,13	0,11
Schrägdach	129,3	0,84	0,18	0,15	0,12	0,09
KG-Decke	129,3	1,06	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,0	1,56	0,24	0,18	0,15	0,12
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	1,92	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	25,2	2,80	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,80	1,25	1,00	0,80	0,75
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,025	0,02	0,015
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,5	0,4
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A_N)	kWh/(m²a)	296	64	36	26	19
H'_T	W/(m²K)	1,06	0,27	0,22	0,19	0,15
A_N	m²	113				

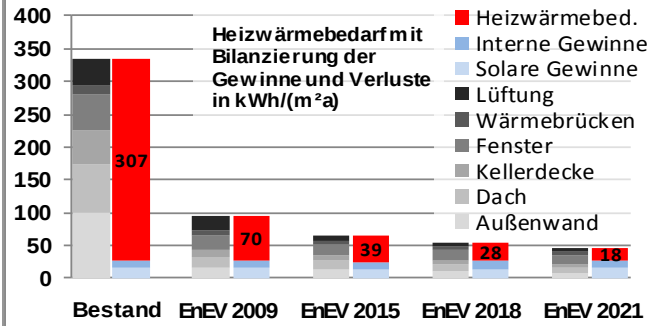
Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	318	70	39	28	18
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	301	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	85%	279	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	55%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	209,7				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	26 €	75 €	75 €	75 €	75 €
KG 300/400	€/m²	438 €	974 €	1.021 €	1.058 €	1.093 €
davon energetisch bedingt	€/m²	251 €	502 €	550 €	587 €	622 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	23 €	65 €	65 €	65 €	65 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	78 €	177 €	185 €	191 €	197 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	565 €	1.290 €	1.346 €	1.389 €	1.430 €

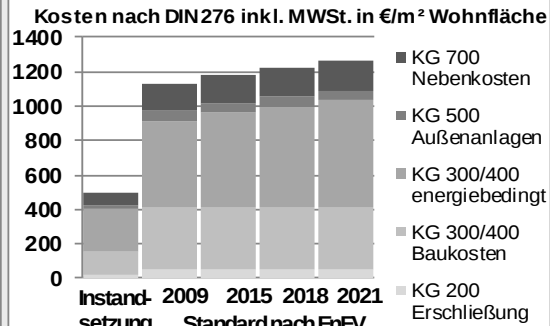
3.4.5 Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1949 – 1957

Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1949-1957 I+D		Gebäude Baualtersklasse insgesamt		5.672
		Wohnungen insgesamt		7.302
		Wohnfläche ges. (m²)		685.766
		Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		120
		Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		307
		Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		211
		Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		144.567
		Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		11.658
		Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		251 €
		Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl.]		1.128 €
		Anteil %	Heizw.bed.	
		Anteil Denkmalschutz	3%	130%
		Anteil Ensembleschutz	5%	120%
		Anteil Stadtbildprägend	10%	110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)



Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche



Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.- Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
		U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	108,8	1,27	0,21	0,16	0,13	0,11
Schrägdach	127,6	0,84	0,18	0,15	0,12	0,09
KG-Decke	127,6	1,09	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,0	1,22	0,24	0,18	0,15	0,12
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	1,56	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	25,2	2,80	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,80	1,25	1,00	0,80	0,75
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,025	0,02	0,015
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,5	0,4
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

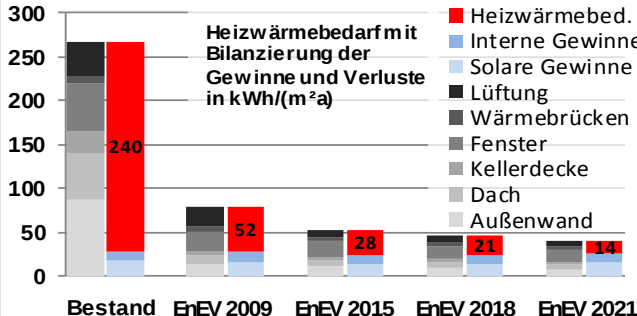
Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A_N)	kWh/(m²a)	272	62	35	25	18
H'_T	W/(m²K)	1,01	0,27	0,22	0,18	0,15
A_N	m²	117				

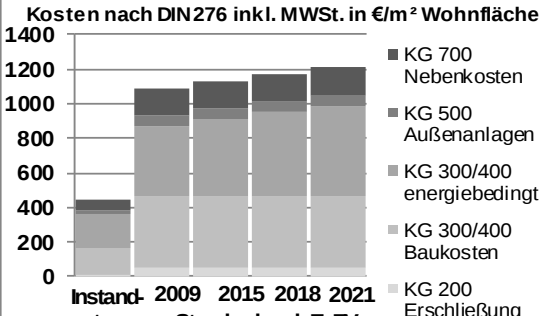
Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	307	70	39	28	18
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	291	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	85%	269	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	48%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	210,8				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	19 €	55 €	55 €	55 €	55 €
KG 300/400	€/m²	386 €	857 €	905 €	942 €	977 €
davon energetisch bedingt	€/m²	251 €	502 €	550 €	587 €	622 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	21 €	60 €	60 €	60 €	60 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	69 €	156 €	164 €	170 €	176 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	495 €	1.128 €	1.184 €	1.227 €	1.268 €

3.4.6 Mehrfamilienhäuser Baujahr 1949 – 1957

Mehrfamilienhäuser Baujahr 1949-1957 III		Gebäude Baualtersklasse insgesamt		4.322
		Wohnungen insgesamt		36.212
		Wohnfläche ges. (m²)		2.116.214
		Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		500
		Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		240
		Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		155
		Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		328.444
		Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		35.976
		Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		214 €
		Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl]		1.085 €
		Anteil %	Heizw.bed.	
		Anteil Denkmalschutz	3%	130%
		Anteil Ensembleschutz	5%	120%
		Anteil Stadtbildprägend	15%	110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)		Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
		240	52	28	21	14

Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche		Instandsetzung	2009	2015	2018	2021
		~450	~1050	~1100	~1150	~1200

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.-Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	m² KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	424,8	1,21	0,21	0,16	0,14	0,12
Oberste Decke zum Dachboden	219,3	1,19	0,20	0,16	0,14	0,12
KG-Decke	219,3	1,07	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,5	1,25	0,24	0,18	0,16	0,14
Treppenhauskopf / Kellerabgang	70,6	1,49	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	115,0	2,80	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,20	1,25	1,10	0,90	0,80
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A_N)	kWh/(m²a)	176	37	16	11	8
H'_T	W/(m²K)	1,28	0,31	0,25	0,22	0,18
A_N	m²	628				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	240	52	28	21	14

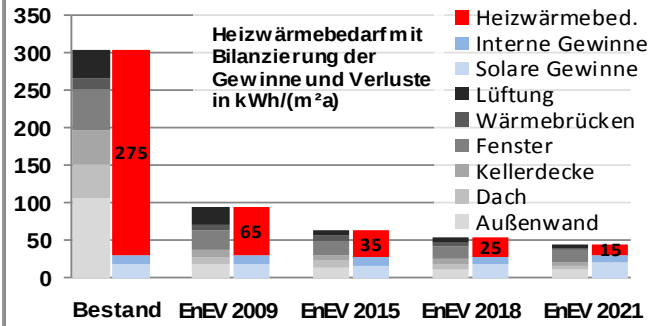
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand			
Luftwechsel	0,35	223	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert
Teilbeheizung	85%	206	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert
Anteil sanierter Gebäude	%	55%	
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%	
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	155,2	
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	14 €	45 €	45 €	45 €	45 €
KG 300/400	€/m²	348 €	829 €	865 €	906 €	940 €
davon energetisch bedingt	€/m²	197 €	411 €	447 €	487 €	522 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	21 €	60 €	60 €	60 €	60 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	63 €	151 €	157 €	164 €	170 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	445 €	1.085 €	1.128 €	1.175 €	1.215 €

3.4.7 Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1958 – 1968

Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1958 - 1968 II		Gebäude Baualtersklasse insgesamt		8.881		
		Wohnungen insgesamt		10.593		
		Wohnfläche ges. (m²)		1.116.039		
		Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		130		
		Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		275		
		Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		196		
		Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		218.488		
		Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		18.973		
		Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		261 €		
		Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnf]		995 €		
		Anteil % Heizw.bed.				
		Anteil Denkmalschutz	3%	130%		
		Anteil Ensembleschutz	5%	120%		
		Anteil Stadtbildprägend	15%	110%		

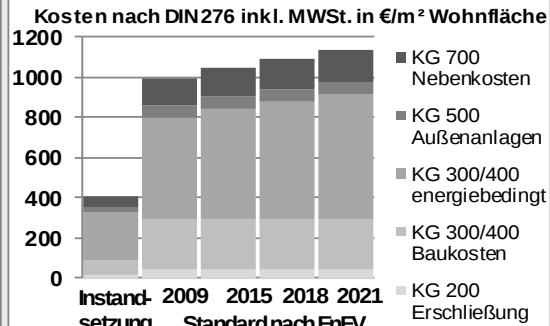
Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)



Legend: Heizwärmebed., Interne Gewinne, Solare Gewinne, Lüftung, Wärmebrücken, Fenster, Kellerdecke, Dach, Außenwand

Bestand: 275, EnEV 2009: 65, EnEV 2015: 35, EnEV 2018: 25, EnEV 2021: 15

Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche



Legend: KG 700 Nebenkosten, KG 500 Außenanlagen, KG 300/400 energiebedingt, KG 300/400 Baukosten, KG 200 Erschließung

Instandsetzung: Bestand, 2009, 2015, 2018, 2021

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.-Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	m² KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	135,8	1,20	0,21	0,16	0,14	0,12
Oberste Decke zum Dachboden	83,3	0,84	0,20	0,16	0,13	0,10
KG-Decke	83,3	0,99	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,0	1,00	0,24	0,18	0,15	0,12
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	1,48	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	32,5	2,50	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,20	1,25	1,00	0,80	0,75
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,025	0,02	0,015
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,5	0,4
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A_N)	kWh/(m²a)	176	43	20	14	10
H'_T	W/(m²K)	0,99	0,29	0,23	0,20	0,17
A_N	m²	168				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	275	65	35	25	15
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	258	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	85%	239	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	40%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	195,8				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	14 €	45 €	45 €	45 €	45 €
KG 300/400	€/m²	316 €	752 €	800 €	837 €	872 €
davon energetisch bedingt	€/m²	241 €	502 €	550 €	587 €	622 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	21 €	60 €	60 €	60 €	60 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	57 €	138 €	146 €	152 €	158 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	408 €	995 €	1.051 €	1.094 €	1.135 €

3.4.8 Mehrfamilienhäuser Baujahr 1958 – 1968

Mehrfamilienhäuser Baujahr 1958 - 1968 IV		Gebäude Baualtersklasse insgesamt		4.883
		Wohnungen insgesamt		47.562
		Wohnfläche ges. (m²)		3.050.972
		Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		600
		Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		215
		Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		150
		Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		457.727
		Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		51.867
		Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		209 €
		Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl]		835 €
		Anteil %	Heizw.bed.	
		Anteil Denkmalschutz	3%	130%
		Anteil Ensembleschutz	5%	120%
		Anteil Stadtbildprägend	15%	110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)		Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
- Heizwärmebed. - Interne Gewinne - Solare Gewinne - Lüftung - Wärmebrücken - Fenster - Kellerdecke - Dach - Außenwand		215	49	26	19	12

Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche		Instandsetzung	2009	2015	2018	2021
- KG 700 Nebenkosten - KG 500 Außenanlagen - KG 300/400 energiebedingt - KG 300/400 Baukosten - KG 200 Erschließung		~350	~850	~900	~950	~1000

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.-Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	m² KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	533,9	1,18	0,21	0,16	0,14	0,12
Oberste Decke zum Dachboden	197,4	1,04	0,20	0,16	0,14	0,12
KG-Decke	197,4	0,99	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,5	1,22	0,24	0,18	0,16	0,14
Treppenhauskopf / Kellerabgang	70,6	1,46	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	150,0	2,50	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,20	1,25	1,10	0,90	0,80
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A_N)	kWh/(m²a)	154	35	14	9	7
H'_T	W/(m²K)	1,24	0,33	0,27	0,23	0,20
A_N	m²	751				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	215	49	26	19	12

Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand			
Luftwechsel	0,35	198	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert
Teilbeheizung	85%	183	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert
Anteil sanierter Gebäude	%	40%	
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%	
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	150,0	
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0 15,3 14,5 13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	14 €	45 €	45 €	45 €	45 €
KG 300/400	€/m²	258 €	615 €	650 €	688 €	719 €
davon energetisch bedingt	€/m²	193 €	401 €	437 €	474 €	506 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	21 €	60 €	60 €	60 €	60 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	47 €	115 €	121 €	127 €	132 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	340 €	835 €	876 €	920 €	957 €

3.4.9 Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1969 – 1978

Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1969 - 1978 II			Gebäude Baualtersklasse insgesamt		8.674
			Wohnungen insgesamt		9.510
			Wohnfläche ges. (m²)		1.156.503
			Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		130
			Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		249
			Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		180
			Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		208.457
			Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		19.661
			Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		256 €
			Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl.]		949 €
			Anteil %	Heizw.bed.	
			Anteil Denkmalschutz	1,2%	130%
			Anteil Ensembleschutz	2,0%	120%
			Anteil Stadtbildprägend	12,0%	110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)		Heizwärmebed.	Interne Gewinne	Solare Gewinne	Lüftung	Wärmebrücken	Fenster	Kellerdecke	Dach	Außenwand
Bestand	249									
EnEV 2009	67									
EnEV 2015	36									
EnEV 2018	26									
EnEV 2021	15									

Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche		KG 700	Nebenkosten	KG 500	Außenanlagen	KG 300/400 energiebedingt	KG 300/400 Baukosten	KG 200	Erschließung
Instandsetzung									
2009									
2015									
2018									
2021									

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.-Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	m² KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	146,6	1,02	0,20	0,16	0,14	0,12
Oberste Decke zum Dachboden	84,4	0,65	0,20	0,16	0,13	0,10
KG-Decke	84,4	0,82	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,0	0,95	0,24	0,18	0,15	0,12
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	1,26	0,24	0,18	0,15	0,12
Fenster	35,1	2,30	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,10	1,25	1,00	0,80	0,75
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,025	0,02	0,015
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,5	0,4
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

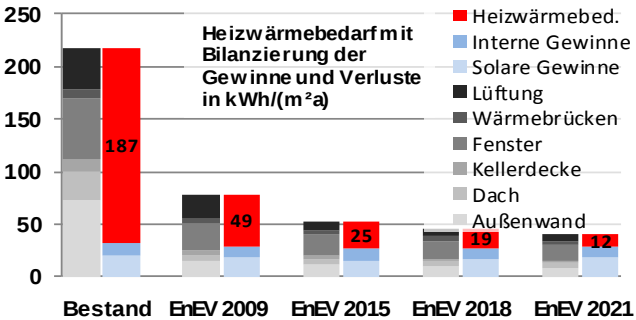
Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A_N)	kWh/(m²a)	156	43	20	14	10
H'_T	W/(m²K)	0,86	0,29	0,23	0,20	0,17
A_N	m²	170				

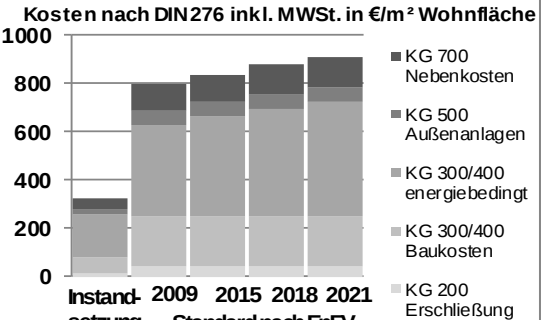
Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	249	67	36	26	15
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	232	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	80%	209	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	30%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-46%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	180,2				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	12 €	40 €	40 €	40 €	40 €
KG 300/400	€/m²	295 €	722 €	770 €	807 €	842 €
davon energetisch bedingt	€/m²	231 €	487 €	535 €	572 €	607 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	20 €	55 €	55 €	55 €	55 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	54 €	132 €	140 €	147 €	152 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	381 €	949 €	1.005 €	1.049 €	1.089 €

3.4.10 Mehrfamilienhäuser Baujahr 1969 – 1978

Mehrfamilienhäuser Baujahr 1969-1978 IV		Gebäude Baualtersklasse insgesamt		2.513
		Wohnungen insgesamt		28.760
		Wohnfläche ges. (m²)		1.876.900
		Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		750
		Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		187
		Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		136
		Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		255.146
		Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		31.907
		Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		197 €
		Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl]		798 €
		Anteil %	Heizw.bed.	
		Anteil Denkmalschutz	1%	125%
		Anteil Ensembleschutz	5%	115%
		Anteil Stadtbildprägend	10%	110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)		Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	Heizwärmebed.	187	49	25	19	12
	Interne Gewinne					
	Solare Gewinne					
	Lüftung					
	Wärmebrücken					
	Fenster					
	Kellerdecke					
		Dach				
		Außenwand				

Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche		Instandsetzung	2009	2015	2018	2021
	KG 700 Nebenkosten					
	KG 500 Außenanlagen					
	KG 300/400 energiebedingt					
	KG 300/400 Baukosten					
	KG 200 Erschließung					

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.-Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	m² KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	634,8	1,02	0,20	0,16	0,14	0,12
Oberste Decke zum Dachboden	246,7	0,77	0,20	0,16	0,14	0,12
KG-Decke	246,7	0,66	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,5	1,06	0,24	0,18	0,16	0,14
Treppenhauskopf / Kellerabgang	70,6	1,26	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	202,5	2,50	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,20	1,25	1,10	0,90	0,80
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m²a)	131	34	13	9	6
H _T	W/(m²K)	1,10	0,34	0,28	0,24	0,20
A _N	m²	932				

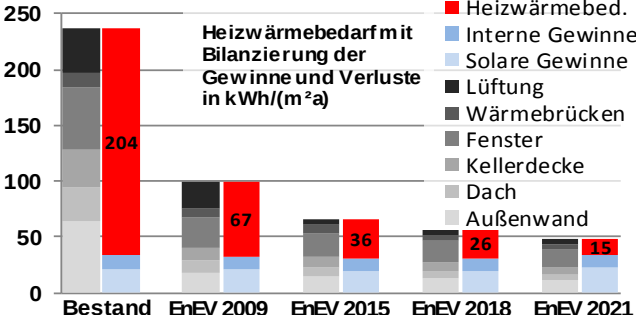
Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	187	49	25	19	12

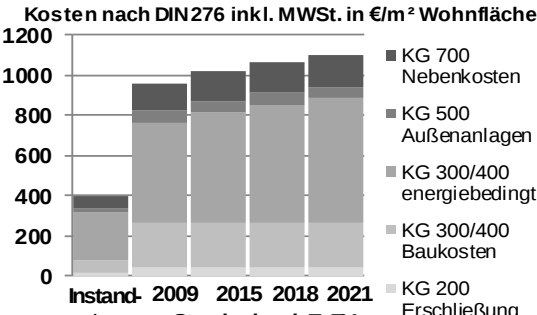
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	170	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	85%	157	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	30%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	135,9				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	12 €	40 €	40 €	40 €	40 €
KG 300/400	€/m²	248 €	590 €	624 €	659 €	688 €
davon energetisch bedingt	€/m²	182 €	379 €	413 €	448 €	477 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	20 €	58 €	58 €	58 €	58 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	46 €	110 €	116 €	122 €	127 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	326 €	798 €	838 €	879 €	913 €

3.4.11 Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1979 – 1987

Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1979 - 1987 II		Gebäude Baualtersklasse insgesamt		4.703
		Wohnungen insgesamt		5.279
		Wohnfläche ges. (m²)		624.442
		Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		130
		Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		204
		Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		165
		Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		102.739
		Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		10.616
		Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		273 €
		Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnf]		914 €
		Anteil %	Heizw.bed.	
		Anteil Denkmalschutz	0,0%	130%
		Anteil Ensembleschutz	0,0%	120%
		Anteil Stadtbildprägend	10,0%	110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)		Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	Heizwärmebed.	204	67	36	26	15
	Interne Gewinne					
	Solare Gewinne					
	Lüftung					
	Wärmebrücken					
	Fenster					
	Kellerdecke					
	Dach					
	Außenwand					

Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche		Instandsetzung	2009	2015	2018	2021
	KG 700 Nebenkosten					
	KG 500 Außenanlagen					
	KG 300/400 energiebedingt					
	KG 300/400 Baukosten					
	KG 200 Erschließung					

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.-Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	m² KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	151,4	0,64	0,18	0,15	0,13	0,11
Oberste Decke zum Dachboden	85,5	0,56	0,20	0,16	0,13	0,10
KG-Decke	85,5	0,66	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,0	0,67	0,24	0,18	0,15	0,12
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	0,92	0,24	0,18	0,15	0,12
Fenster	36,4	2,20	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,10	1,25	1,00	0,80	0,75
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,025	0,02	0,015
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,5	0,4
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

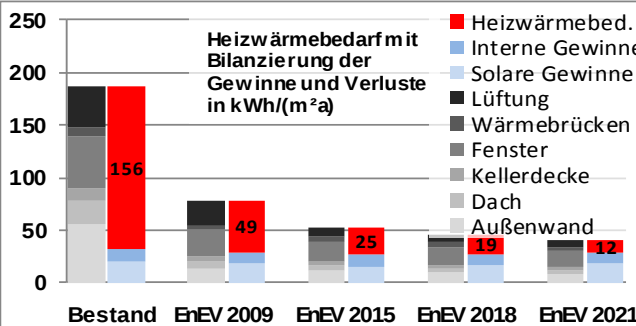
Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A_N)	kWh/(m²a)	120	42	20	14	10
H'_T	W/(m²K)	0,68	0,28	0,23	0,20	0,17
A_N	m²	174				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	204	67	36	26	15
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,37	188	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	90%	179	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	20%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-40%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	164,5				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	10 €	35 €	35 €	35 €	35 €
KG 300/400	€/m²	272 €	699 €	747 €	784 €	819 €
davon energetisch bedingt	€/m²	208 €	481 €	529 €	563 €	601 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	20 €	52 €	52 €	52 €	52 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	50 €	128 €	136 €	142 €	148 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	352 €	914 €	970 €	1.013 €	1.054 €

3.4.12 Mehrfamilienhäuser Baujahr 1979 – 1987

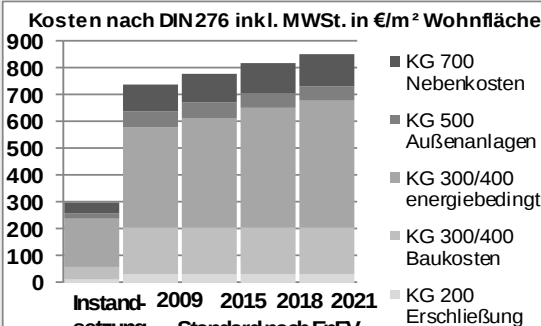
Mehrfamilienhäuser Baujahr 1979-1987 IV		Gebäude Baualtersklasse insgesamt	1.267
		Wohnungen insgesamt	12.647
		Wohnfläche ges. (m ²)	933.539
		Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m ²]	750
		Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m ² a]	156
		Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m ² a]	120
		Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]	112.213
		Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]	15.870
		Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten	194 €
		Investitionskosten gesamt [€/m ² Wohnf]	738 €
		Anteil % Heizw.bed.	
		Anteil Denkmalschutz	0% 130%
		Anteil Ensembleschutz	0% 120%
		Anteil Stadtbildprägend	10% 110%



Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)

- Heizwärmebed.
- Interne Gewinne
- Solare Gewinne
- Lüftung
- Wärmebrücken
- Fenster
- Kellerdecke
- Dach
- Außenwand

Bestand EnEV 2009 EnEV 2015 EnEV 2018 EnEV 2021



Kosten nach DIN 276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche

- KG 700 Nebenkosten
- KG 500 Außenanlagen
- KG 300/400 energiebedingt
- KG 300/400 Baukosten
- KG 200 Erschließung

Instandsetzung 2009 2015 2018 2021 Standard nach EnEV

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.- Fläche KF	Bestand U-Wert	EnEV 2009 U-Wert	EnEV 2015 U-Wert	EnEV 2018 U-Wert	EnEV 2021 U-Wert
	m ² KF	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)
Außenwand	634,8	0,79	0,19	0,15	0,13	0,12
Oberste Decke zum Dachboden	246,7	0,61	0,20	0,16	0,14	0,12
KG-Decke	246,7	0,54	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,5	0,83	0,24	0,18	0,16	0,14
Treppenhauskopf / Kellerabgang	70,6	0,98	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	202,5	2,20	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,20	1,25	1,10	0,90	0,80
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m ² a)	107	34	13	9	6
H _T	W/(m ² K)	0,91	0,34	0,27	0,23	0,20
A _N	m ²	932				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m ² a)	156	49	25	19	12

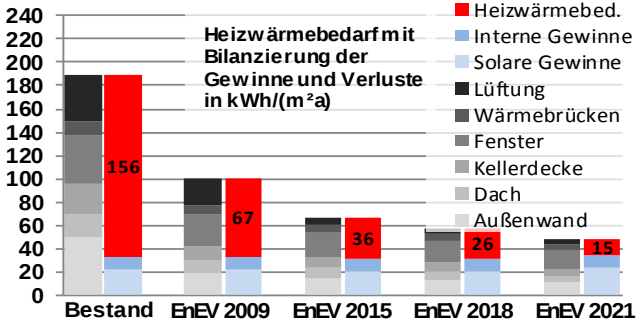
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	139	kWh/(m ² a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	85%	129	kWh/(m ² a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	15%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m ² a)	120,2				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m ² a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m ² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m ²	11 €	35 €	35 €	35 €	35 €
KG 300/400	€/m ²	229 €	546 €	580 €	615 €	644 €
davon energetisch bedingt	€/m ²	179 €	373 €	407 €	441 €	471 €
KG 500 Außenanlagen	€/m ²	19 €	55 €	55 €	55 €	55 €
KG 700 Nebenkosten	€/m ²	42 €	102 €	108 €	114 €	119 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	301 €	738 €	778 €	818 €	853 €

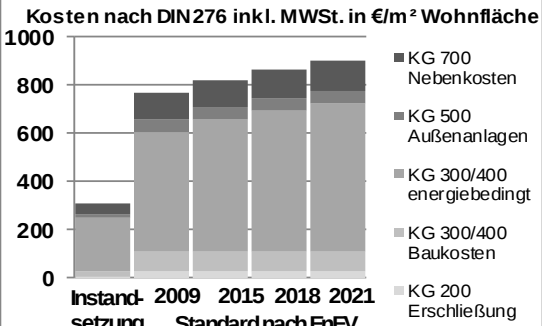
3.4.13 Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1988 – 1994

Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1988-1994 II		Gebäude Baualtersklasse insgesamt	2.818
		Wohnungen insgesamt	3.143
		Wohnfläche ges. (m²)	370.120
		Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]	130
		Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]	156
		Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]	130
		Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]	48.065
		Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]	6.292
		Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten	281 €
		Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnf]	766 €
		Anteil % Heizw.bed.	
		Anteil Denkmalschutz	0,0% 130%
		Anteil Ensembleschutz	0,0% 120%
		Anteil Stadtbildprägend	10,0% 110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)



Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche



Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.- Fläche KF	Bestand U-Wert	EnEV 2009 U-Wert	EnEV 2015 U-Wert	EnEV 2018 U-Wert	EnEV 2021 U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	146,2	0,50	0,18	0,14	0,13	0,11
Oberste Decke zum Dachboden	85,5	0,36	0,20	0,16	0,13	0,10
KG-Decke	85,5	0,44	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,0	0,52	0,24	0,18	0,15	0,12
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	0,73	0,24	0,18	0,15	0,12
Fenster	36,4	1,60	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,00	1,25	1,00	0,80	0,75
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,025	0,02	0,015
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,5	0,4
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A_N)	kWh/(m²a)	97	41	19	13	9
H'_T	W/(m²K)	0,57	0,28	0,23	0,20	0,16
A_N	m²	174				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	156	67	36	26	15
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,37	141	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	90%	134	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	7%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-40%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	129,9				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	8 €	30 €	30 €	30 €	30 €
KG 300/400	€/m²	243 €	579 €	627 €	664 €	699 €
davon energetisch bedingt	€/m²	221 €	502 €	550 €	587 €	622 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	18 €	50 €	50 €	50 €	50 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	44 €	107 €	115 €	121 €	127 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	312 €	766 €	822 €	865 €	906 €

3.4.14 Mehrfamilienhäuser Baujahr 1988 – 1994

Mehrfamilienhäuser Baujahr 1988-1994 IV			Gebäude Baualtersklasse insgesamt		1.003
			Wohnungen insgesamt		13.324
			Wohnfläche ges. (m²)		835.092
			Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		850
			Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		127
			Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		100
			Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		83.561
			Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		14.197
			Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		159 €
			Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl]		607 €
			Anteil %	Heizw.bed.	
			Anteil Denkmalschutz	0%	130%
			Anteil Ensembleschutz	0%	120%
			Anteil Stadtbildprägend	10%	110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)		Heizwärmebed.
Bestand	127	
EnEV 2009	47	
EnEV 2015	25	
EnEV 2018	18	
EnEV 2021	11	

Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche	
Instandsetzung	KG 700 Nebenkosten
2009 Standard nach EnEV	KG 500 Außenanlagen
2015 Standard nach EnEV	KG 300/400 energiebedingt
2018 Standard nach EnEV	KG 300/400 Baukosten
2021 Standard nach EnEV	KG 200 Erschließung

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.-Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	m² KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	687,2	0,58	0,17	0,16	0,13	0,12
Oberste Decke zum Dachboden	279,6	0,40	0,20	0,16	0,14	0,12
KG-Decke	279,6	0,44	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,5	0,64	0,24	0,18	0,16	0,14
Treppenhauskopf / Kellerabgang	70,6	0,70	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	229,5	2,10	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	2,00	1,25	1,10	0,90	0,80
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

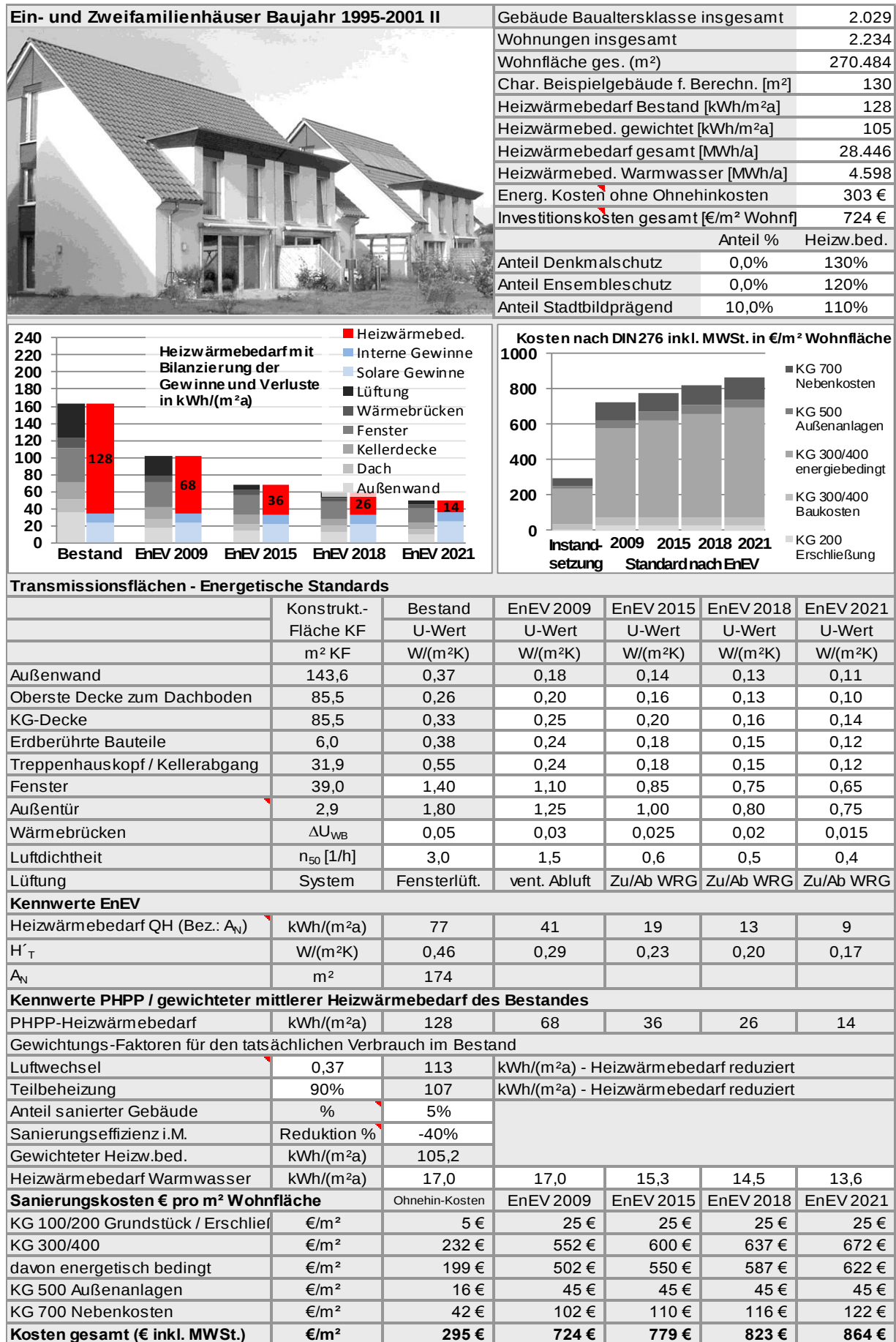
Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m²a)	86	33	13	9	6
H _T	W/(m²K)	0,75	0,34	0,28	0,24	0,20
A _N	m²	1.053				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	127	47	25	18	11

Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	111	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	85%	102	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	5%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	100,1				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	9 €	30 €	30 €	30 €	30 €
KG 300/400	€/m²	186 €	443 €	481 €	522 €	557 €
davon energetisch bedingt	€/m²	146 €	305 €	343 €	384 €	419 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	18 €	50 €	50 €	50 €	50 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	35 €	84 €	90 €	97 €	103 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	247 €	607 €	652 €	699 €	740 €

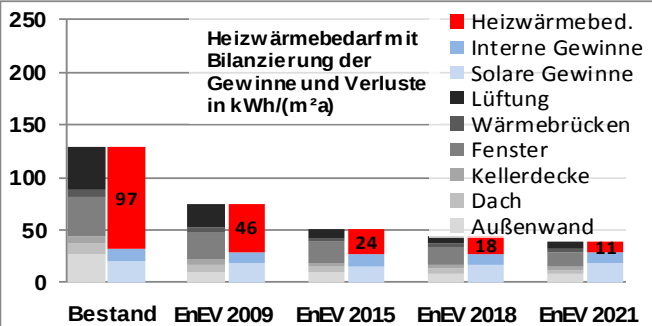
3.4.15 Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 1995 – 2001



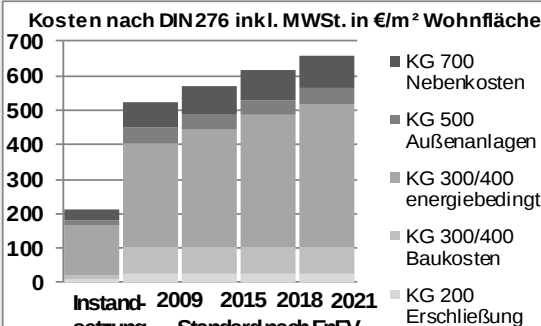
3.4.16 Mehrfamilienhäuser Baujahr 1995 – 2001

Mehrfamilienhäuser Baujahr 1995-2001 IV			Gebäude Baualtersklasse insgesamt		720
			Wohnungen insgesamt		10.386
			Wohnfläche ges. (m²)		610.655
			Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		850
			Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		97
			Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		75
			Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		45.524
			Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		10.381
			Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		158 €
			Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl]		523 €
			Anteil %	Heizw.bed.	
			Anteil Denkmalschutz	0%	130%
			Anteil Ensembleschutz	0%	120%
			Anteil Stadtbildprägend	10%	110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)



Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche



Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.- Fläche KF	Bestand U-Wert	EnEV 2009 U-Wert	EnEV 2015 U-Wert	EnEV 2018 U-Wert	EnEV 2021 U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	687,2	0,40	0,15	0,14	0,12	0,11
Oberste Decke zum Dachboden	279,6	0,29	0,20	0,16	0,14	0,12
KG-Decke	279,6	0,31	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,5	0,47	0,24	0,18	0,16	0,14
Treppenhauskopf / Kellerabgang	70,6	0,48	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	229,5	1,60	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	1,80	1,25	1,10	0,90	0,80
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

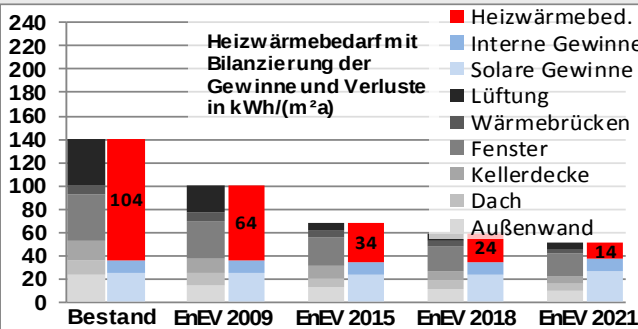
Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m²a)	65	32	12	8	6
H _T	W/(m²K)	0,56	0,33	0,27	0,23	0,20
A _N	m²	1.053				

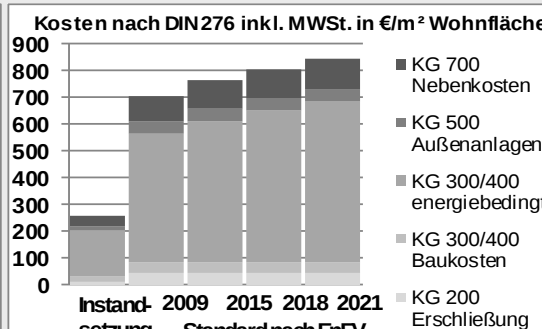
Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	97	46	24	18	11

Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	81	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	85%	75	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	0%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	74,5				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	8 €	25 €	25 €	25 €	25 €
KG 300/400	€/m²	160 €	381 €	419 €	460 €	494 €
davon energetisch bedingt	€/m²	146 €	305 €	343 €	383 €	418 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	16 €	45 €	45 €	45 €	45 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	30 €	72 €	79 €	86 €	92 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	213 €	523 €	568 €	616 €	656 €

3.4.17 Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 2002 – 2004

Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 2002-2004 II  Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a) 			Gebäude Baualtersklasse insgesamt		1.189
			Wohnungen insgesamt		1.136
			Wohnfläche ges. (m²)		142.182
			Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		130
			Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		104
			Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		80
			Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		11.419
			Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		2.417
			Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		307 €
			Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnf]		688 €
		Anteil %	Heizw.bed.		
Anteil Denkmalschutz		0,0%	130%		
Anteil Ensembleschutz		0,0%	120%		
Anteil Stadtbildprägend		10,0%	110%		

Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche						
						
Instandsetzung	2009	2015	2018	2021		

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.- Fläche KF	Bestand U-Wert	EnEV 2009 U-Wert	EnEV 2015 U-Wert	EnEV 2018 U-Wert	EnEV 2021 U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	137,5	0,26	0,15	0,13	0,12	0,11
Oberste Decke zum Dachboden	85,5	0,21	0,20	0,16	0,13	0,10
KG-Decke	85,5	0,30	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,0	0,26	0,24	0,18	0,15	0,12
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	0,31	0,24	0,18	0,15	0,12
Fenster	41,6	1,40	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	1,50	1,25	1,00	0,80	0,75
Wärmebrücken	ΔU _{WB}	0,03	0,03	0,025	0,02	0,015
Luftdichtheit	n ₅₀ [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,5	0,4
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m²a)	64	39	18	13	9
H' _T	W/(m²K)	0,40	0,28	0,24	0,20	0,17
A _N	m²	174				

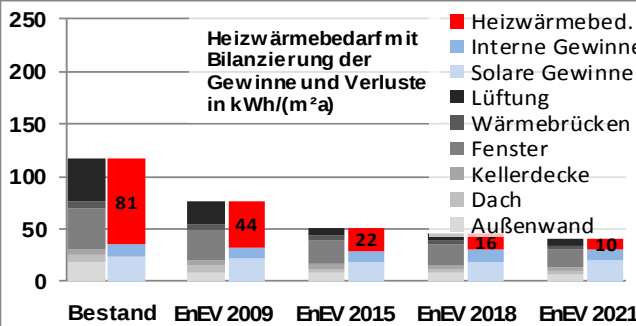
Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	104	64	34	24	14
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	87	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	85%	80	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	0%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-40%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	80,3				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließ	€/m²	5 €	25 €	25 €	25 €	25 €
KG 300/400	€/m²	192 €	522 €	570 €	607 €	642 €
davon energetisch bedingt	€/m²	175 €	482 €	530 €	567 €	602 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	16 €	45 €	45 €	45 €	45 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	35 €	96 €	105 €	111 €	117 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	248 €	688 €	745 €	788 €	829 €

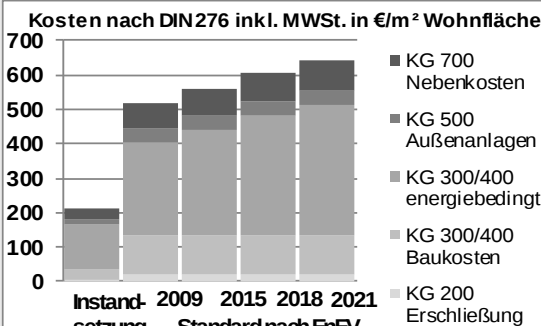
3.4.18 Mehrfamilienhäuser Baujahr 2002 – 2004

Mehrfamilienhäuser Baujahr 2002-2004 IV			Gebäude Baualtersklasse insgesamt		121
			Wohnungen insgesamt		1.327
			Wohnfläche ges. (m²)		110.902
			Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		900
			Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		81
			Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		65
			Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		7.214
			Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		1.885
			Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		141 €
			Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl]		516 €
			Anteil %	Heizw.bed.	
			Anteil Denkmalschutz	0%	130%
			Anteil Ensembleschutz	0%	120%
			Anteil Stadtbildprägend	10%	110%

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)



Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche



Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.- Fläche KF	Bestand U-Wert	EnEV 2009 U-Wert	EnEV 2015 U-Wert	EnEV 2018 U-Wert	EnEV 2021 U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	668,5	0,31	0,14	0,13	0,12	0,11
Oberste Decke zum Dachboden	296,1	0,23	0,20	0,16	0,14	0,12
KG-Decke	296,1	0,28	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,5	0,40	0,24	0,18	0,16	0,14
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	0,37	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	288,0	1,40	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	1,60	1,25	1,10	0,90	0,80
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A_N)	kWh/(m²a)	55	32	12	8	6
H_T	W/(m²K)	0,51	0,36	0,29	0,26	0,22
A_N	m²	1.102				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	81	44	22	16	10
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,38	67	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	95%	65	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	0%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	65,0				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	6 €	20 €	20 €	20 €	20 €
KG 300/400	€/m²	161 €	384 €	422 €	461 €	494 €
davon energetisch bedingt	€/m²	130 €	271 €	308 €	348 €	381 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	14 €	40 €	40 €	40 €	40 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	30 €	72 €	78 €	85 €	91 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	211 €	516 €	560 €	606 €	645 €

3.4.19 Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 2005 – 2010

Ein- und Zweifamilienhäuser Baujahr 2005-2010 II			Gebäude Baualtersklasse insgesamt		1.976
			Wohnungen insgesamt		2.089
			Wohnfläche ges. (m²)		273.148
			Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		130
			Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		94
			Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		71
			Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		19.492
			Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		4.644
			Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		140 €
			Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnf]		507 €
					Anteil %
Anteil Denkmalschutz		0,0%	130%		
Anteil Ensembleschutz		0,0%	120%		
Anteil Stadtbildprägend		10,0%	110%		

240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

Bestand EnEV 2009 EnEV 2015 EnEV 2018 EnEV 2021

Heizwärmebedarf mit Bilanzierung der Gewinne und Verluste in kWh/(m²a)

Heizwärmebed.
Interne Gewinne
Solare Gewinne
Lüftung
Wärmebrücken
Fenster
Kellerdecke
Dach
Außenwand

94 66 35 25 14

700
600
500
400
300
200
100
0

Instand- 2009 2015 2018 2021
setzung Standard nach EnEV

Kosten nach DIN276 inkl. MWSt. in €/m² Wohnfläche

KG 700 Nebenkosten
KG 500 Außenanlagen
KG 300/400 energiebedingt
KG 300/400 Baukosten
KG 200 Erschließung

Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.- Fläche KF	Bestand	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
	m² KF	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert	U-Wert
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	137,5	0,22	0,16	0,13	0,12	0,11
Oberste Decke zum Dachboden	85,5	0,15	0,20	0,16	0,13	0,10
KG-Decke	85,5	0,22	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,0	0,23	0,24	0,18	0,15	0,12
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	0,27	0,24	0,18	0,15	0,12
Fenster	41,6	1,40	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	1,40	1,25	1,00	0,80	0,75
Wärmebrücken	ΔU _{WB}	0,03	0,03	0,025	0,02	0,015
Luftdichtheit	n ₅₀ [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,5	0,4
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m²a)	58	39	18	13	9
H' _T	W/(m²K)	0,36	0,29	0,24	0,20	0,17
A _N	m²	174				

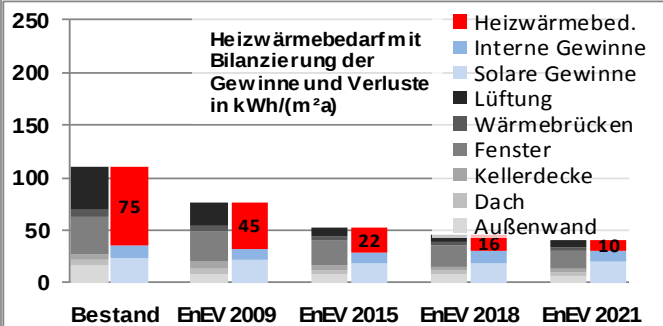
Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	94	66	35	25	14

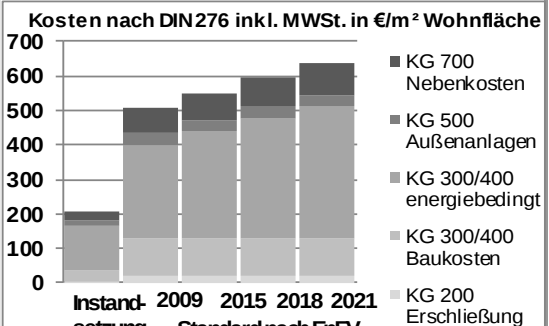
Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,35	77	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	85%	71	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	0%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-40%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	71,4				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	5 €	18 €	18 €	18 €	18 €
KG 300/400	€/m²	161 €	383 €	420 €	459 €	492 €
davon energetisch bedingt	€/m²	129 €	270 €	307 €	346 €	379 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	12 €	35 €	35 €	35 €	35 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	29 €	71 €	77 €	84 €	90 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	208 €	507 €	551 €	596 €	635 €

3.4.20 Mehrfamilienhäuser Baujahr 2005 – 2010

Mehrfamilienhäuser Baujahr 2005-2010 IV			Gebäude Baualtersklasse insgesamt		512
			Wohnungen insgesamt		5.037
			Wohnfläche ges. (m²)		404.324
			Char. Beispielgebäude f. Berechn. [m²]		900
			Heizwärmebedarf Bestand [kWh/m²a]		75
			Heizwärmebed. gewichtet [kWh/m²a]		60
			Heizwärmebedarf gesamt [MWh/a]		24.198
			Heizwärmebed. Warmwasser [MWh/a]		6.874
			Energ. Kosten ohne Ohnehinkosten		140 €
			Investitionskosten gesamt [€/m² Wohnfl]		507 €
			Anteil %	Heizw.bed.	
			Anteil Denkmalschutz	0%	130%
			Anteil Ensembleschutz	0%	120%
			Anteil Stadtbildprägend	10%	110%





Transmissionsflächen - Energetische Standards						
	Konstrukt.- Fläche KF	Bestand U-Wert	EnEV 2009 U-Wert	EnEV 2015 U-Wert	EnEV 2018 U-Wert	EnEV 2021 U-Wert
	m² KF	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenwand	668,5	0,26	0,14	0,13	0,12	0,11
Oberste Decke zum Dachboden	296,1	0,18	0,20	0,16	0,14	0,12
KG-Decke	296,1	0,22	0,25	0,20	0,16	0,14
Erdberührte Bauteile	6,5	0,35	0,24	0,18	0,16	0,14
Treppenhauskopf / Kellerabgang	31,9	0,31	0,24	0,20	0,16	0,14
Fenster	288,0	1,30	1,10	0,85	0,75	0,65
Außentür	2,9	1,40	1,25	1,10	0,90	0,80
Wärmebrücken	ΔU_{WB}	0,05	0,03	0,028	0,025	0,020
Luftdichtheit	n_{50} [1/h]	3,0	1,5	0,6	0,55	0,5
Lüftung	System	Fensterlüft.	vent. Abluft	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG	Zu/Ab WRG

Kennwerte EnEV						
Heizwärmebedarf QH (Bez.: A _N)	kWh/(m²a)	50	32	12	8	6
H _T	W/(m²K)	0,47	0,36	0,29	0,25	0,22
A _N	m²	1.102				

Kennwerte PHPP / gewichteter mittlerer Heizwärmebedarf des Bestandes						
PHPP-Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	75	45	22	16	10

Gewichtungs-Faktoren für den tatsächlichen Verbrauch im Bestand						
Luftwechsel	0,4	61	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Teilbeheizung	95%	60	kWh/(m²a) - Heizwärmebedarf reduziert			
Anteil sanierter Gebäude	%	0%				
Sanierungseffizienz i.M.	Reduktion %	-45%				
Gewichteter Heizw.bed.	kWh/(m²a)	59,8				
Heizwärmebedarf Warmwasser	kWh/(m²a)	17,0	17,0	15,3	14,5	13,6

Sanierungskosten € pro m² Wohnfläche		Ohnehin-Kosten	EnEV 2009	EnEV 2015	EnEV 2018	EnEV 2021
KG 100/200 Grundstück / Erschließung	€/m²	5 €	18 €	18 €	18 €	18 €
KG 300/400	€/m²	161 €	383 €	420 €	459 €	492 €
davon energetisch bedingt	€/m²	129 €	270 €	307 €	346 €	379 €
KG 500 Außenanlagen	€/m²	12 €	35 €	35 €	35 €	35 €
KG 700 Nebenkosten	€/m²	29 €	71 €	77 €	84 €	90 €
Kosten gesamt (€ inkl. MWSt.)	€/m²	208 €	507 €	551 €	596 €	635 €

3.5 Energiekennwerte

3.5.1 Energiekennwerte für Heizen

Auf Basis der Berechnungen des vorherigen Kapitels wurden für die drei Szenarien Kennwerte festgelegt. Dabei muss unterschieden werden zwischen der technischen Entwicklung, wie sie in Kapitel 2 dargestellt wird, den Anforderungen des rechtlichen Rahmens (EnEV, EPBD etc) und der tatsächlichen Marktdurchdringung. Die Studie muss die Verzögerung durch die baupraktischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen berücksichtigen. Letztendlich sind es gesellschaftliche, politische und vor allem wirtschaftliche Aspekte, welche die tatsächliche Marktentwicklung bedingen. Die Kennwerte beziehen sich auf die Szenarien gemäß Kapitel 2.3.

Tabelle 13 Heizwärmebedarf der Einfamilienhaus-Typologie als mittlerer Bestandswert und Zielwerte für die Szenarien für den jeweiligen Mittelwert der Sanierungen [kWh/(m²a)]

EFH bis 1918									
Bestand: 205,3 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	141,3	128,3	101,9	75,3	67,1	67,1	56,3	56,3	56,3
Klimaschutzszenario	70,7	60,1	43,7	37,7	35,8	35,8	32,2	32,2	32,2
Best Practice Szenario	70,7	40,1	29,1	18,8	17,9	17,9	16,1	16,1	16,1
EFH 1919 - 1948									
Bestand: 209,7 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	139,6	125,4	98,7	71,3	63,5	63,5	53,3	53,3	53,3
Klimaschutzszenario	69,8	58,8	42,3	35,6	33,9	33,9	30,5	30,5	30,5
Best Practice Szenario	69,8	39,2	28,2	17,8	16,9	16,9	15,2	15,2	15,2
EFH 1949 - 1957									
Bestand: 210,8 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	139,7	125,6	99,0	71,6	63,8	63,8	53,6	53,6	53,6
Klimaschutzszenario	69,8	58,9	42,4	35,8	34,0	34,0	30,6	30,6	30,6
Best Practice Szenario	69,8	39,2	28,3	17,9	17,0	17,0	15,3	15,3	15,3
EFH 1958 - 1968									
Bestand: 195,8 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	129,9	110,9	86,7	59,7	53,2	53,2	44,7	44,7	44,7
Klimaschutzszenario	65,0	52,0	37,1	29,9	28,4	28,4	25,5	25,5	25,5
Best Practice Szenario	65,0	34,7	24,8	14,9	14,2	14,2	12,8	12,8	12,8
EFH 1969 - 1978									
Bestand: 180,2 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	134,0	114,9	89,8	60,9	54,2	54,2	45,5	45,5	45,5
Klimaschutzszenario	67,0	53,9	38,5	30,4	28,9	28,9	26,0	26,0	26,0
Best Practice Szenario	67,0	35,9	25,7	15,2	14,5	14,5	13,0	13,0	13,0
EFH 1979 - 1987									
Bestand: 164,5 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	133,8	115,3	90,1	60,9	54,3	54,3	45,6	45,6	45,6
Klimaschutzszenario	66,9	54,1	38,6	30,5	28,9	28,9	26,0	26,0	26,0
Best Practice Szenario	66,9	36,0	25,8	15,2	14,5	14,5	13,0	13,0	13,0
EFH 1988 - 1994									
Bestand: 129,9 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	129,9	114,2	90,4	58,3	51,9	51,9	43,6	43,6	43,6
Klimaschutzszenario	67,3	53,6	38,7	29,2	27,7	27,7	24,9	24,9	24,9
Best Practice Szenario	67,3	35,7	25,8	14,6	13,8	13,8	12,5	12,5	12,5
EFH 1995 - 2001									
Bestand: 105,2 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	105,2	105,2	90,3	57,6	51,3	51,3	43,1	43,1	43,1
Klimaschutzszenario	67,6	53,9	38,7	28,8	27,3	27,3	24,6	24,6	24,6
Best Practice Szenario	67,6	35,9	25,8	14,4	13,7	13,7	12,3	12,3	12,3

In den Tabellen werden die jeweiligen mittleren Heizwärmebedarfs-Kennwerte für die Bestandsgebäude aufgelistet sowie die Zielwerte für die Sanierung als Mittelwert für den jeweiligen Gebäudetyp. Je nach Konfiguration von Gebäudehülle und Geometrie weichen die Werte entsprechend der individuellen Berechnungen voneinander ab.

Tabelle 14 Heizwärmebedarf der Mehrfamilienhaus-Typologie als mittlerer Bestandswert und Zielwerte für die Szenarien für den jeweiligen Mittelwert der Sanierungen [kWh/(m²a)]

MFH bis 1918									
Bestand: 149,8 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	99,2	84,4	69,8	51,6	45,9	45,9	38,6	38,6	38,6
Klimaschutzszenario	49,6	39,6	29,9	25,8	24,5	24,5	22,1	22,1	22,1
Best Practice Szenario	49,6	26,4	19,9	12,9	12,3	12,3	11,0	11,0	11,0
MFH 1919 - 1948									
Bestand: 155,2 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	103,4	89,7	74,6	56,1	49,9	49,9	42,0	42,0	42,0
Klimaschutzszenario	51,7	42,0	32,0	28,0	26,6	26,6	24,0	24,0	24,0
Best Practice Szenario	51,7	28,0	21,3	14,0	13,3	13,3	12,0	12,0	12,0
MFH 1949 - 1957									
Bestand: 155,0 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	103,1	89,4	74,5	55,9	49,8	49,8	41,8	41,8	41,8
Klimaschutzszenario	51,6	41,9	31,9	28,0	26,6	26,6	23,9	23,9	23,9
Best Practice Szenario	51,6	28,0	21,3	14,0	13,3	13,3	12,0	12,0	12,0
MFH 1958 - 1968									
Bestand: 150,0 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	97,9	82,4	67,7	49,2	43,8	43,8	36,8	36,8	36,8
Klimaschutzszenario	48,9	38,6	29,0	24,6	23,4	23,4	21,0	21,0	21,0
Best Practice Szenario	48,9	25,8	19,4	12,3	11,7	11,7	10,5	10,5	10,5
MFH 1969 - 1978									
Bestand: 135,9 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	98,7	80,4	65,5	46,6	41,5	41,5	34,9	34,9	34,9
Klimaschutzszenario	49,4	37,7	28,1	23,3	22,1	22,1	19,9	19,9	19,9
Best Practice Szenario	49,4	25,1	18,7	11,6	11,1	11,1	10,0	10,0	10,0
MFH 1979 - 1987									
Bestand: 120,2 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	97,7	79,5	64,8	46,1	41,1	41,1	34,5	34,5	34,5
Klimaschutzszenario	48,8	37,3	27,8	23,1	21,9	21,9	19,7	19,7	19,7
Best Practice Szenario	48,8	24,8	18,5	11,5	11,0	11,0	9,9	9,9	9,9
MFH 1988 -1994									
Bestand: 100,1 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	94,2	79,0	63,4	44,7	39,8	39,8	33,4	33,4	33,4
Klimaschutzszenario	47,1	37,1	27,2	22,3	21,2	21,2	19,1	19,1	19,1
Best Practice Szenario	47,1	24,7	18,1	11,2	10,6	10,6	9,5	9,5	9,5
MFH 1995 - 2001									
Bestand: 74,5 kWh/(m²a)	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario Heizwärmebedarf	74,5	74,5	61,5	44,7	39,8	39,8	33,4	33,4	33,4
Klimaschutzszenario	46,0	35,7	26,4	22,3	21,2	21,2	19,1	19,1	19,1
Best Practice Szenario	46,0	23,8	17,6	11,2	10,6	10,6	9,6	9,6	9,6

In der folgenden Abbildung werden die Heizwärmebedarfs-Werte der gesamten Gebäudetypologie als Zielwerte für die Szenarien dargestellt, die im Mittel bei den Sanierungen nach dem Referenzszenario, dem Klimaschutz- und dem Best Practice-Szenario gemäß Beschreibung in Kapitel 2.4 umgesetzt werden.

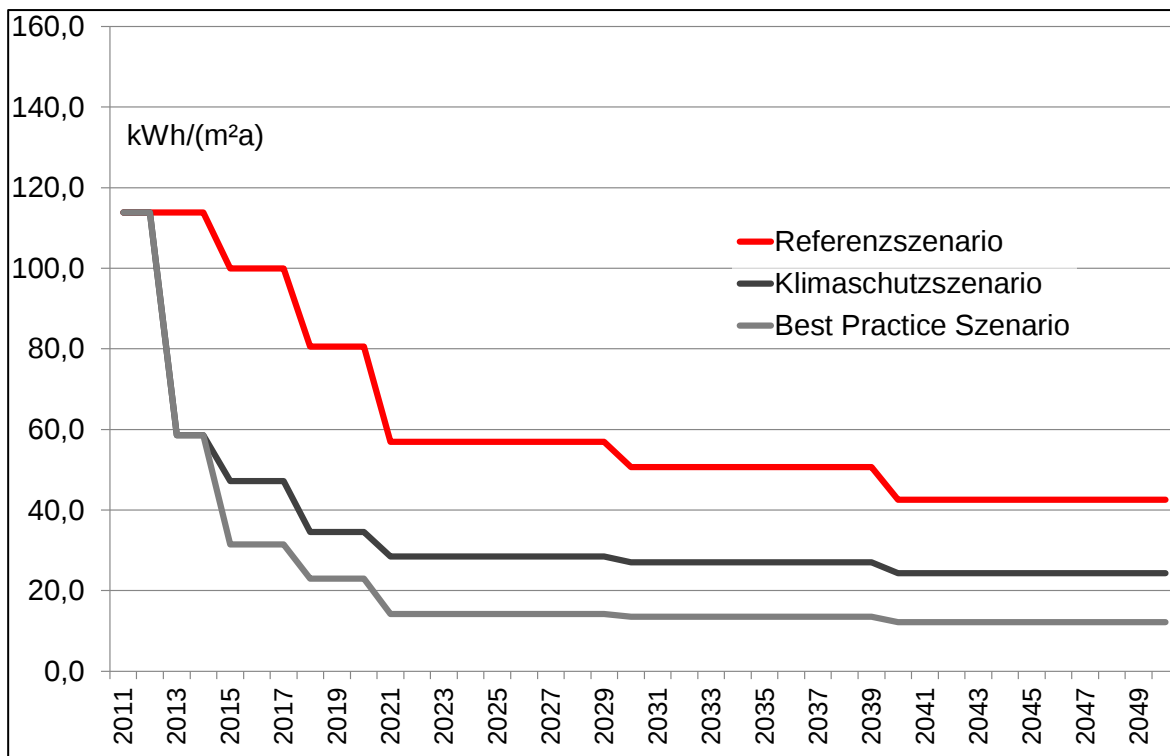


Abbildung 27 Heizwärmebedarfs-Werte der gesamten Gebäudetypologie als Zielwerte für die Szenarien, die im Mittel bei den Sanierungen umgesetzt werden [kWh/(m²a)]

3.5.2 Energiekennwerte für Warmwasserbereitung

Der Heizwärmebedarf für die Warmwasserbereitung beträgt im Ausgangsjahr 2010 im Mittel 24 kWh/(m²a) für die Mehrfamilienhäuser und 17 kWh/(m²a) für Einfamilienhäuser. Die dazugehörigen Werte für den Anlagenaufwand liegen bei 1,4 (MFH) und 1,45 (EFH). Die Entwicklung in diesem Gebäudetechnikbereich wird aufgrund der deutlich kürzeren Investitionszyklen von der Sanierung der Gebäudehülle abgekoppelt. Es wird von einer Erneuerungsintervall von 15 bis 25 Jahren ausgegangen. Der Maßnahmenmix liegt bei optimierter Anlagentechnik, verbesserten Effizienztechniken bei Verteilung und Auslass sowie bei internen Wärmerückgewinnungseffekten. Dieser Erneuerungsprozess verläuft kontinuierlich, sodass in der Berechnung die Kennwerte aus den folgenden Tabellen Anwendung finden. Die Annahmen für die Jahre dazwischen wurden interpoliert.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Kennwerte nimmt sowohl die Entwicklung der Komponenten durch die Hersteller als auch der Umgang der Verbraucher mit diesem Thema. Einerseits sind die Erfolge der letzten Jahre darstellbar. Duschköpfe und Wasserauslässe mit hohem Komfort und deutlich verringerten Durchflussmengen wirken deutlich einsparend. Auf der anderen Seite gibt es Wellnessanforderungen auf Verbraucherseite mit der Folge von Techniken mit hohem Verbrauch wie z. B. Schwallduschen im Privatbereich, sodass die tatsächliche Entwicklung nur schwer abzuschätzen ist.

Ein weiterer Faktor für eine stimmige Bewertung liegt in der anzunehmenden Verbesserung von Wärmepumpenlösungen, deren Anteil für die Warmwasserbereitung zunimmt. Wird an dieser Stelle nur der Endenergiebedarf betrachtet, sind die angegebenen Kennwerte in den Tabellen eher pessimistisch. Es wird aber bewusst ein Versorgungsmix unterstellt. Ergänzende Überlegungen sind im Bereich der Primärenergiefaktoren auf der Versorgungsseite anzustellen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird die primärenergetische Bewertung für die Sommermonate sehr günstig ausfallen, da sich eine direkte Nutzung von PV-Strom für die Warmwasserbereitung in Gebäuden mit Wärmepumpen geradezu anbietet und sich daraus in den nächsten Jahren eine regenerative Vollversorgung im Sommer entwickelt. Interessanter ist die Versorgungslage in den einstrahlungsarmen Wintermonaten. Dort entscheidet sich die Jahresbilanz der jeweiligen Anlagen in Verbindung mit optimierten Systemen und Speichertechniken.

Tabelle 15 Heizwärmebedarf für Warmwasserbereitung als Mittelwert des Gesamtbestands für die angegebenen Jahre und das jeweilige Szenario [kWh/(m²a)]

MEHRFAMILIENHAUS	2010	2020	2030	2040	2050
Bestand	24,00	21,00	20,00	20,00	20,00
Referenzszenario Heizwärmebedarf	24,00	18,00	16,0	15,0	14,0
Klimaschutzszenario	24,00	15,00	13,0	12,0	11,0
Klimaschutzszenario best practice	24,00	12,50	11,0	9,0	8,0
EINFAMILIENHAUS					
Bestand	17,00	17,00	16,0	15,0	15,00
Referenzszenario Heizwärmebedarf	17,00	15,00	14,0	12,0	11,0
Klimaschutzszenario	17,00	12,00	11,0	10,0	9,0
Klimaschutzszenario best practice	17,00	10,50	9,0	8,0	7,0

Tabelle 16 Entwicklung des Anlagenaufwands für die Warmwasserbereitung der Szenarien als Mittelwert über den Bestand für das jeweilige Jahr (nicht berücksichtigt: Energiewandlung durch Kessel, Wärmepumpe etc.)

ANLAGENAUFWAND MFH	2010	2020	2030	2040	2050
Bestand	1,40	1,40	1,35	1,30	1,30
Referenzszenario Heizwärmebedarf	1,40	1,22	1,19	1,16	1,14
Klimaschutzszenario	1,40	1,17	1,14	1,11	1,10
Klimaschutzszenario best practice	1,40	1,12	1,09	1,07	1,06
ANLAGENAUFWAND EFH					
Bestand	1,45	1,45	1,40	1,35	1,35
Referenzszenario Heizwärmebedarf	1,45	1,27	1,24	1,20	1,15
Klimaschutzszenario	1,45	1,17	1,14	1,11	1,09
Klimaschutzszenario best practice	1,45	1,12	1,09	1,07	1,06

3.5.3 Energiekennwerte für Haushaltsstrom und Hilfsstrom

Der Gesamtstromverbrauch im Wohngebäudebestand beträgt aktuell knapp 610.000 MWh/a. Umgelegt auf die charakteristischen Standards und Wohnungsgrößen entspricht das etwa 30 kWh/(m²a) bei Mehrfamilienhäusern und aufgrund der geringeren Belegungsdichte etwa 26 kWh/(m²a) bei Einfamilienhäusern. Daraus ergibt sich ein Mittelwert für eine 75-m²-Wohnung von 2250 kWh/a. Die Streuung ist hoch und wird bei 800 bis 5000 kWh/a liegen. Für ein Einfamilienhaus ergibt sich bei einem Mittelwert von 3900 kWh/a für ein 150-m²-Haus eine Streuung von 1500 bis deutlich über 8000 kWh/a.

Der Stromverbrauch ist – wie in Kapitel 2.7.7 dargestellt – unabhängig vom energetischen Standard eines Gebäudes, sodass für die Studie keine direkte Korrelation zwischen Sanierungstätigkeit und Stromverbrauch besteht. Dennoch ist bei Personen mit energieeffizienten Gebäuden selbstverständlich ein erhöhtes Bewusstsein für sparsamen Umgang mit Elektrizität vorhanden. So gibt es zahlreiche Beispiele von Vierpersonen-Haushalten mit einem Stromverbrauch unter 1500 kWh im Jahr. Umgerechnet auf 150 m² Wohnfläche des Einfamilienhauses ergibt das 10 kWh/(m²a) – das entspricht dem Zielwert des Best Practice Szenarios für 2050 in der Tabelle unten.

Für alle Szenarien wurde eine deutliche Senkung des Stromverbrauchs bis 2050 angenommen, zumal es gerade in diesem Sektor mit bestem Kosten-Nutzen-Verhältnis möglich ist, in relativ kurzen Zyklen Einsparungen zu erzielen. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass in den letzten Jahren eine kontinuierliche Steigerung des Stromverbrauchs in den Haushalten zu verzeichnen war. Insofern ist es eine Voraussetzung Bewusstsein bei den Verbrauchern zu schaffen und eine Einbeziehung der Hersteller von elektrisch betriebenen Geräten mit der Selbstverpflichtung, Neuentwicklungen sehr stark unter dem Aspekt der Energieeffizienz zu betreiben. Nur unter dieser Maßgabe können die Reduktionswerte erzielt werden. Wichtig sind dabei niederschwellige kurzfristige Maßnahmen in großer Breite.

Tabelle 17 Kennwerte für die Entwicklung des Haushaltsstroms und Hilfsstroms als Mittelwerte über den Bestand, unterteilt nach Mehrfamilienhäusern und Einfamilienhäusern [kWh/(m²a)]

STROM MFH (HAUSHALTSSTROM UND HILFSSTROM)	2010	2020	2030	2040	2050
Bestand	30,00	28,00	24,00	20,0	17,0
Referenzszenario Heizwärmebedarf	30,00	24,50	20,0	17,0	14,0
Klimaschutzszenario	30,00	22,00	17,0	14,0	12,0
Klimaschutzszenario best practice	30,00	18,00	14,0	12,0	10,5
STROM EFH (HAUSHALTSSTROM UND HILFSSTROM)					
Bestand	26,00	24,00	22,0	18,0	15,00
Referenzszenario Heizwärmebedarf	26,00	21,50	18,0	15,0	13,0
Klimaschutzszenario	26,00	18,00	15,0	12,0	11,0
Klimaschutzszenario best practice	26,00	14,00	12,0	10,5	10,0

3.5.4 Kühlung

Die Kennwerte für Haushaltsstrom und Hilfsstrom beinhalten den Energiebedarf für Kühlung. Derzeit ist im Wohnungsbau nur eine sehr geringe Durchdringung mit Kühlfunktionen gegeben. Bei optimierter Planung hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes ist eine aktive Kühlung nicht erforderlich. Selbst bei sich verschärfenden Temperaturen durch die Klimaerwärmung wird dies für den größten Teil der Wohngebäude so bleiben. Für besondere Nutzungen, wie z. B. Wohnen für ältere Menschen bestehen Systemlösungen, die Heizen und Kühlen verbinden und für die Kühlfunktionen eine direkte Nutzung der Erdwärme ohne Kompressionsaggregate verwendet, sodass nur ein sehr geringer jährlicher Energiebedarf für die Kühlung anfällt. Bei neuen Gebäuden kann mittelfristig eine grundsätzliche Anwendung solcher Technologien ins Auge gefasst werden.

3.6 Sanierungs-, Neubau- und Abrissquote

3.6.1 Sanierungsquote

Die jährliche Sanierungsquote der sanierten Gebäude im Vergleich zum Bestand stellt einen wesentlichen Stellfaktor für die energetische Sanierung dar. Die derzeitige Quote liegt in Abhängigkeit von der jeweiligen Quellenangabe zwischen 0,9 bis 1,5 Prozent des Bestandes jährlich. Um in vierzig Jahren den gesamten Bestand zu erfassen, muss mindestens eine jährliche Sanierungsquote von 2,5 Prozent erreicht werden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit kann davon ausgegangen werden, dass Sanierungsvolumina oberhalb der 2,5 Prozent nur kurzzeitig über wenige Jahre durch sehr grundlegende Förderprogramme möglich sein werden. Alternativ könnten durch eine sich weiter verschärfende Kostensituation für einen begrenzten Zeitraum fossile Energieträger so kostenintensiv werden, dass aus rein wirtschaftlichen Gründen die Sanierungsquote in diesen Bereich steigen wird. Es ist allerdings davon auszugehen, dass sich die Energiekosten auf dem Level einpendeln werden, auf dem in ausreichender Menge Erneuerbare Energien zur Verfügung gestellt werden können.

Hinsichtlich der Szenarien im Gutachten kann bei älteren Gebäuden von einer durchschnittlichen Quote ausgegangen werden, solange keine Sondereffekte zum Tragen kommen. Für „jüngere“ Gebäude muss eine Verteilungskurve gefunden werden, die dem Sanierungsverhalten möglichst nahe kommt. In der folgenden Abbildung wird die Verteilung der Sanierungsquoten pro Jahr dargestellt, bezogen auf das Baujahr des Gebäudes. Im Zeitfenster vom 35. Bis zum 60. Jahr ist die höchste Sanierungstätigkeit zu erwarten. Danach wird ein linearer Verlauf angenommen.

Für die Studie wurde der Kurvenverlauf auf die Baualtersstufen übertragen, um einen möglichst realitätsnahen Sanierungsmix zu erhalten. In den folgenden vier Tabellen sind die Ver-

läufe für nominelle jährliche Sanierungsquoten von 1,0 – 1,5 – 2,0 und 2,5 % tabellarisch dargestellt.

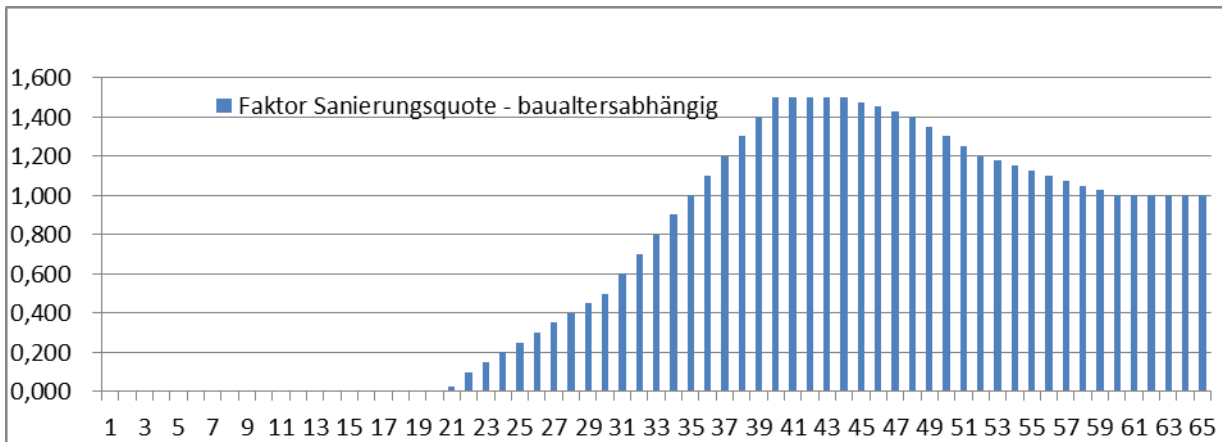


Abbildung 28 Verteilung der Sanierungsquoten pro Jahr, bezogen auf das Baujahr des Gebäudes; im Zeitfenster vom 35. Bis 60. Jahr sind die höchsten Quoten zu verzeichnen, danach verläuft die Quote auf dem nominalen Level

Tabelle 18 Sanierungsquote der Baualtersstufen: Verteilung bei einem Ansatz von 1,0 % p. a.

Sanierungsquote der Baualtersstufen	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Gebäude bis 1918	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Gebäude bis 1919-1948	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Gebäude bis 1949-1957	1,05%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Gebäude bis 1958-1968	1,33%	1,14%	1,02%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%
Gebäude bis 1969-1978	1,11%	1,28%	1,22%	1,03%	0,92%	0,86%	0,86%	0,86%	0,86%
Gebäude bis 1979-1987	0,36%	0,63%	1,08%	1,35%	1,28%	1,08%	0,97%	0,90%	0,90%
Gebäude bis 1988-1994	0,03%	0,25%	0,50%	1,00%	1,50%	1,48%	1,30%	1,13%	1,00%
Gebäude bis 1995-2001	0,00%	0,00%	0,10%	0,35%	0,70%	1,20%	1,50%	1,43%	1,20%
Gebäude bis 2002-2004	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,35%	0,70%	1,20%	1,50%	1,43%
Gebäude bis 2005-2010	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,35%	0,70%	1,20%	1,50%

Tabelle 19 Sanierungsquote der Baualtersstufen: Verteilung bei einem Ansatz von 1,5 % p. a.

Sanierungsquote der Baualtersstufen	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Gebäude bis 1918	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
Gebäude bis 1919-1948	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
Gebäude bis 1949-1957	1,57%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
Gebäude bis 1958-1968	1,99%	1,71%	1,53%	1,42%	1,42%	1,42%	1,42%	1,42%	1,42%
Gebäude bis 1969-1978	1,67%	1,93%	1,83%	1,54%	1,38%	1,28%	1,28%	1,28%	1,28%
Gebäude bis 1979-1987	0,54%	0,95%	1,62%	2,03%	1,93%	1,62%	1,45%	1,35%	1,35%
Gebäude bis 1988-1994	0,04%	0,38%	0,75%	1,50%	2,25%	2,21%	1,95%	1,69%	1,50%
Gebäude bis 1995-2001	0,00%	0,00%	0,15%	0,53%	1,05%	1,80%	2,25%	2,14%	1,80%
Gebäude bis 2002-2004	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	0,53%	1,05%	1,80%	2,25%	2,14%
Gebäude bis 2005-2010	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	0,53%	1,05%	1,80%	2,25%

Tabelle 20 Sanierungsquote der Baualtersstufen: Verteilung bei einem Ansatz von 2,0 % p. a.

Sanierungsquote der Baualtersstufen	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Gebäude bis 1918	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Gebäude bis 1919-1948	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Gebäude bis 1949-1957	2,10%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Gebäude bis 1958-1968	2,65%	2,27%	2,04%	1,90%	1,90%	1,90%	1,90%	1,90%	1,90%
Gebäude bis 1969-1978	2,22%	2,57%	2,44%	2,05%	1,84%	1,71%	1,71%	1,71%	1,71%
Gebäude bis 1979-1987	0,72%	1,26%	2,16%	2,70%	2,57%	2,16%	1,94%	1,80%	1,80%
Gebäude bis 1988-1994	0,05%	0,50%	1,00%	2,00%	3,00%	2,95%	2,60%	2,25%	2,00%
Gebäude bis 1995-2001	0,00%	0,00%	0,20%	0,70%	1,40%	2,40%	3,00%	2,85%	2,40%
Gebäude bis 2002-2004	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	0,70%	1,40%	2,40%	3,00%	2,85%
Gebäude bis 2005-2010	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	0,70%	1,40%	2,40%	3,00%

Tabelle 21 Sanierungsquote der Baualtersstufen: Verteilung bei einem Ansatz von 2,5 % p. a.

Sanierungsquote der Baualtersstufen	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Gebäude bis 1918	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
Gebäude bis 1919-1948	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
Gebäude bis 1949-1957	2,62%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
Gebäude bis 1958-1968	3,32%	2,84%	2,55%	2,37%	2,37%	2,37%	2,37%	2,37%	2,37%
Gebäude bis 1969-1978	2,78%	3,21%	3,05%	2,57%	2,30%	2,14%	2,14%	2,14%	2,14%
Gebäude bis 1979-1987	0,90%	1,58%	2,70%	3,38%	3,21%	2,70%	2,42%	2,25%	2,25%
Gebäude bis 1988-1994	0,06%	0,63%	1,25%	2,50%	3,75%	3,69%	3,25%	2,81%	2,50%
Gebäude bis 1995-2001	0,00%	0,00%	0,25%	0,88%	1,75%	3,00%	3,75%	3,56%	3,00%
Gebäude bis 2002-2004	0,00%	0,00%	0,00%	0,25%	0,88%	1,75%	3,00%	3,75%	3,56%
Gebäude bis 2005-2010	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,25%	0,88%	1,75%	3,00%	3,75%

Die bereits angeführten aktuellen Sanierungsquoten zwischen 0,9 und 1,5 Prozent des Bestands pro Jahr sollen gemäß Energiekonzept der Bundesregierung erhöht werden auf eine jährliche Quote von 3,0 % p. a. Die Vorgängerregierung hatte in seiner Regierungserklärung sogar ein Ziel von 5,0 % p. a. angestrebt. Die Bauwirtschaft könnte solche Quoten in der jetzigen Situation nicht stemmen. Deshalb ist es notwendig, durch begleitende Maßnahmen einen möglichst hohen Level anzustoßen. Dieser sollte dann aber über einen längeren Zeitraum gehalten werden, um einerseits Mitnahmeeffekte bei der Förderung zu vermeiden und auf der anderen Seite ein stimmiges Preis-Leistungs-Verhältnis im Baugewerbe und der damit verbundenen Industrie zu erhalten. Die Akteure müssen sich in ihren Planungen auf diese Entwicklung einstellen können. Dies gilt ebenso für die Energiestandards und die damit verknüpften Effizienzkomponenten, da nur durch eine verlässliche Produktionskapazität wirtschaftlich sinnvolle Rahmenbedingungen zu schaffen sind. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass aufgrund der demografischen Entwicklung ab Mitte der 2020er Jahre mit einem deutlich markanteren Fachkräftemangel als heute zu rechnen ist. Deshalb ist es unabdingbar, Nachwuchskräfte im Handwerk, der Bauindustrie sowie Planung gezielt zu fördern.

3.6.2 Abriss und Ersatzneubau

Für die Ermittlung der Abrissquote wurden die Werte des Statistischen Amtes Nürnberg mit einer umfassenden Quellenrecherche in [Vallentin 2011] abgeglichen. Als Ergebnis wurde

eine Entwicklung von derzeit gut 0,3 % p. a. auf etwa 0,4 % p. a. in 2050 ermittelt. Die Verteilung auf die unterschiedlichen Baualtersklassen der Gebäudetypologie ist aus der folgenden Tabelle abzulesen.

Tabelle 22 Entwicklung der Abrissquoten für die Baualtersstufen

Abrissquote der Baualtersstufen	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Abrissquote Gebäude bis 1918	0,19%	0,19%	0,18%	0,18%	0,19%	0,19%	0,20%	0,22%	0,24%
Abrissquote Gebäude bis 1919-1948	0,47%	0,47%	0,45%	0,45%	0,47%	0,48%	0,51%	0,56%	0,60%
Abrissquote Gebäude bis 1949-1957	0,53%	0,53%	0,51%	0,51%	0,53%	0,54%	0,58%	0,63%	0,68%
Abrissquote Gebäude bis 1958-1968	0,37%	0,37%	0,36%	0,36%	0,37%	0,38%	0,41%	0,44%	0,48%
Abrissquote Gebäude bis 1969-1978	0,25%	0,25%	0,24%	0,24%	0,25%	0,26%	0,27%	0,30%	0,32%
Abrissquote Gebäude bis 1979-1987	0,00%	0,03%	0,11%	0,18%	0,26%	0,32%	0,34%	0,37%	0,40%
Abrissquote Gebäude bis 1988-1994	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,14%	0,22%	0,32%	0,37%	0,40%
Abrissquote Gebäude bis 1995-2001	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,11%	0,20%	0,31%	0,40%
Abrissquote Gebäude bis 2002-2004	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,12%	0,22%	0,34%
Abrissquote Gebäude bis 2005-2010	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,13%	0,24%

Es gibt zahlreiche Aspekte, die Einfluss auf die Abrissquote ausüben. Das können sowohl städtebauliche Argumente zur Weiterentwicklung und ggf. Verdichtung eines Quartiers sein als auch wohnungswirtschaftliche Gründe, die eine Sanierung aufgrund von fehlenden Gebäudequalitäten insbesondere bei Gebäuden der Nachkriegsjahre sinnvoll erscheinen lassen. In der diesbezüglichen Bewertung ist derzeit ein Sinneswandel festzustellen. Dem Abriss von Gebäuden ohne städtebauliche Ausstrahlung wird in den letzten Jahren vermehrt zugestimmt.

Dabei muss allerdings auch der Aspekt der grauen Energie bedacht werden. Diese in den Materialien der Gebäude gebundene Energie spielt für die Nachhaltigkeitsbetrachtung keine unwesentliche Rolle. Bei überschlägiger Betrachtung muss der Energiebedarf des Neubaus gegenüber dem sanierten Gebäude um etwa 15 kWh/(m²a) günstiger ausfallen, um ökologischen Gleichstand zu erzielen. Zudem sollten zunehmend optimierte Materialien mit günstigen Kennwerten hinsichtlich ihrer Produktlinie und der damit verbundenen Nachhaltigkeitsaspekte verwendet werden.

3.6.3 Neubau

Die Neubautätigkeit wurde ebenfalls auf Basis der Zahlen des Statistischen Amtes der Stadt Nürnberg gewichtet. Darüber hinaus erfolgte eine Fortschreibung auf Basis der Einwohnerentwicklung, der Kennwerte für die zukünftige spezifische Wohnfläche pro Person sowie der oben beschriebenen Kennzahlen für die Abrisstätigkeit. Das Ergebnis wird in der Tabelle zusammengefasst sowie in der Abbildung in Kapitel 3.1 visualisiert in Relation zur Entwicklung des sonstigen Gebäudebestands.

Tabelle 23 Kumulative Neubaufäche ab 2010 in Mio. m² Wohnfläche

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Neubau, kumulativ (Mio. m ² Wohnfläche)	1,664	2,701	3,652	4,558	5,106	5,672	6,274	6,905

3.7 Ergebnisse für die Entwicklung des Heizwärmebedarfs 2011 – 2050

Der Verlauf des Heizwärmebedarfs wird für die drei Szenarien gemäß Kapitel 2.3 dargestellt. Diese sind jeweils mit den spezifischen Energiekennwerten gemäß Kapitel 3.5.1 hinterlegt. Neben dem Energiestandard weist die Sanierungsquote einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse auf. Deshalb wurden Berechnungen für folgende Szenarien durchgeführt:

- 1 Referenzszenario – Sanierungsquote 1,2 %
- 2.1 Klimaschutzszenario – Sanierungsquote 1,0 %
- 2.2 Klimaschutzszenario – Sanierungsquote 1,5 %
- 2.3 Klimaschutzszenario – Sanierungsquote 2,0 %
- 3.1 Best Practice Szenario – Sanierungsquote 2,0 %
- 3.2 Best Practice Szenario – Sanierungsquote 2,5 %.

3.7.1 Referenzszenario

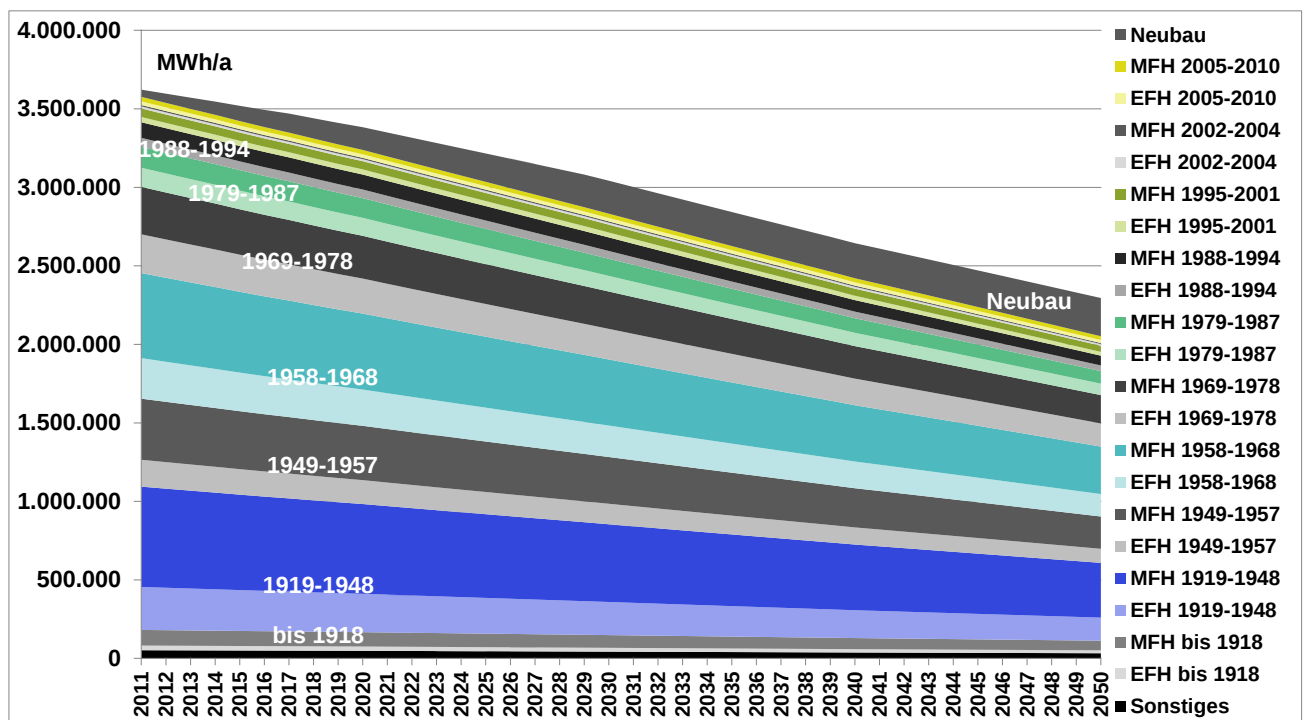


Abbildung 29 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Referenzszenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,2 %

Werden die Kennwerte des Referenzszenarios in die Berechnung eingegeben und eine jährliche Sanierungsquote von 1,2 Prozent des Bestandes in Ansatz gebracht, so reduziert sich der Heizwärmebedarf für den Bestand von 2011 bis 2050 um 36,6 Prozent auf 2.262.400 MWh/a.

3.7.2 Klimaschutzszenario

Bei Ansatz der verbesserten technischen Werte des Klimaschutzszenarios wurden drei Sanierungsquoten durchgerechnet:

- Bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,0 Prozent des Bestandes reduziert sich der Heizwärmebedarf von 2011 bis 2050 um 42,8 Prozent auf 2.028.443 MWh/a
- Bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,5 Prozent des Bestandes vermindert sich der Heizwärmebedarf von 2011 bis 2050 um 54,8 Prozent auf 1.601.063 MWh/a
- Bei einer jährlichen Sanierungsquote von 2,0 Prozent des Bestandes geht der Heizwärmebedarf von 2011 bis 2050 um 66,7 Prozent auf 1.173.683 MWh/a zurück.

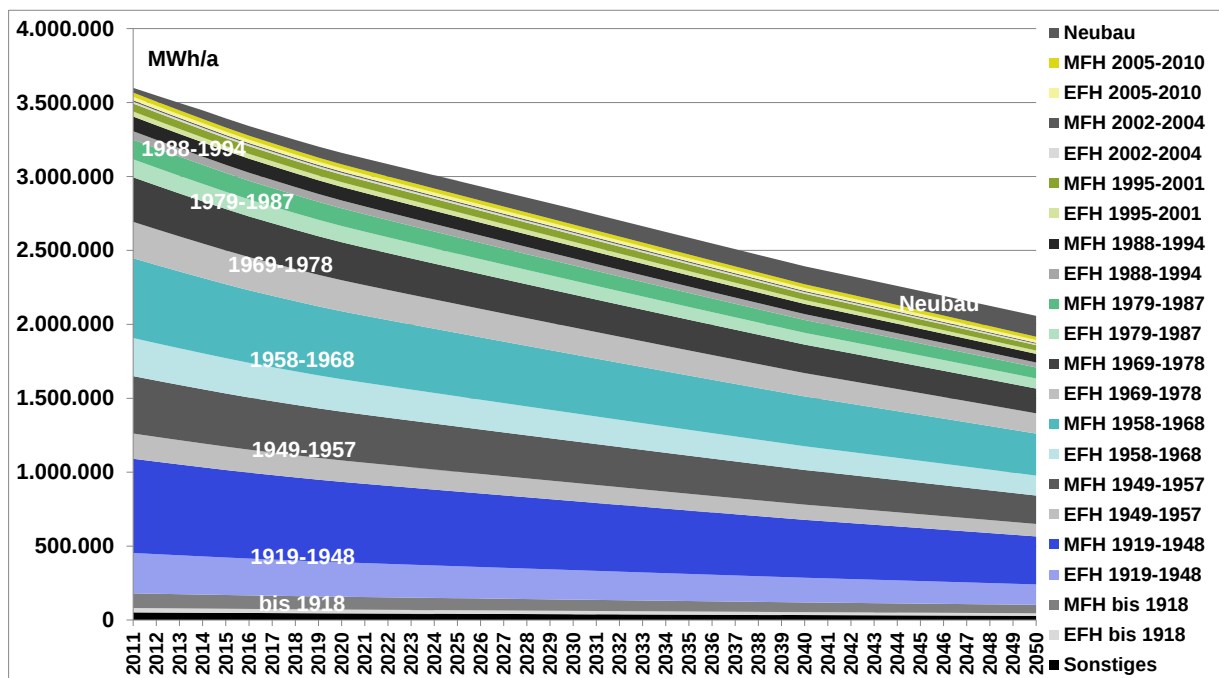


Abbildung 30 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Klimaschutzszenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,0 %

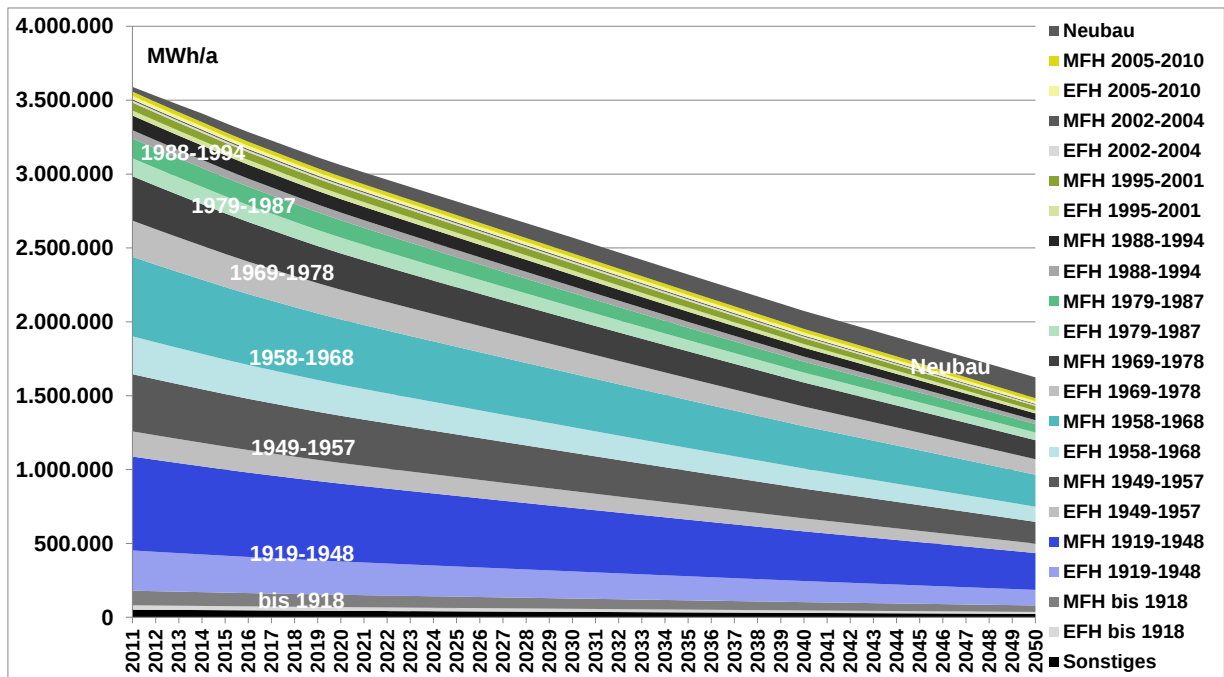


Abbildung 31 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Klimaschutzscenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,5 %

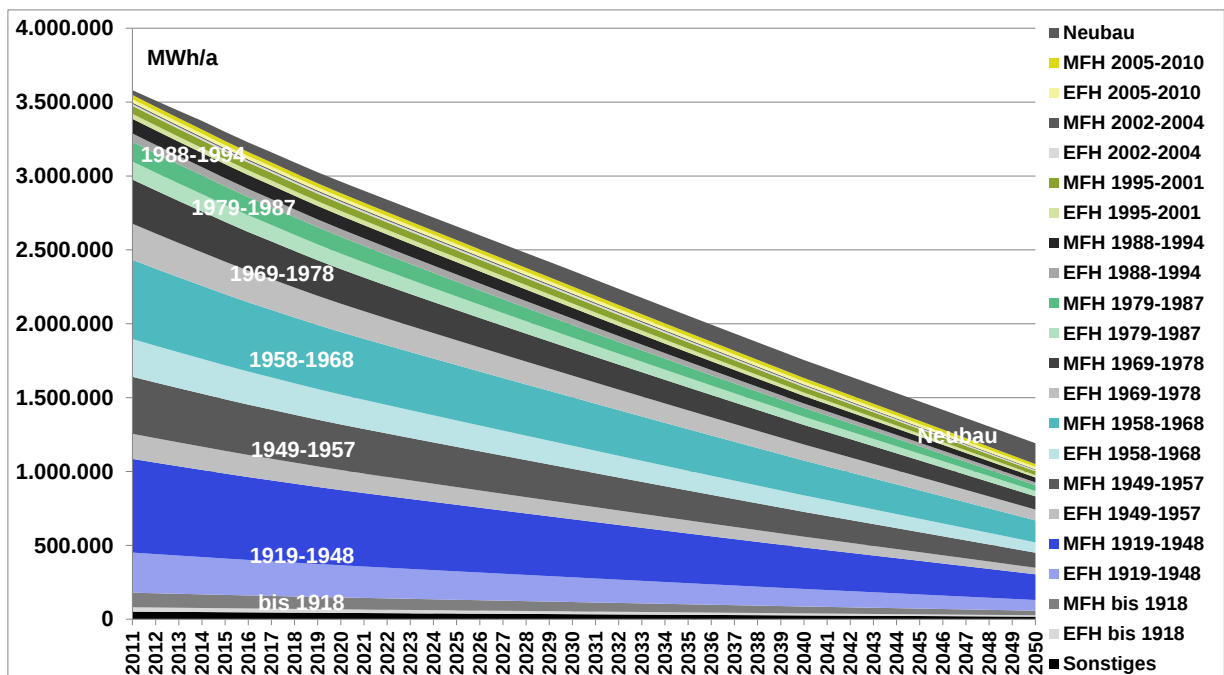


Abbildung 32 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Klimaschutzscenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 2,0 %

3.7.3 Best Practice Szenario

Für das Best Practice Szenario wurden zwei Sanierungsquoten berechnet:

- Bei einer jährlichen Sanierung von 2,0 Prozent des Bestandes reduziert sich der Heizwärmebedarf von 2011 bis 2050 um 73,6 Prozent auf 927.385 MWh/a

- Bei einer jährlichen Sanierung von 2,5 Prozent des Bestandes nimmt der Heizwärmebedarf von 2011 bis 2050 um 86,6 Prozent auf 470.279 MWh/a ab.

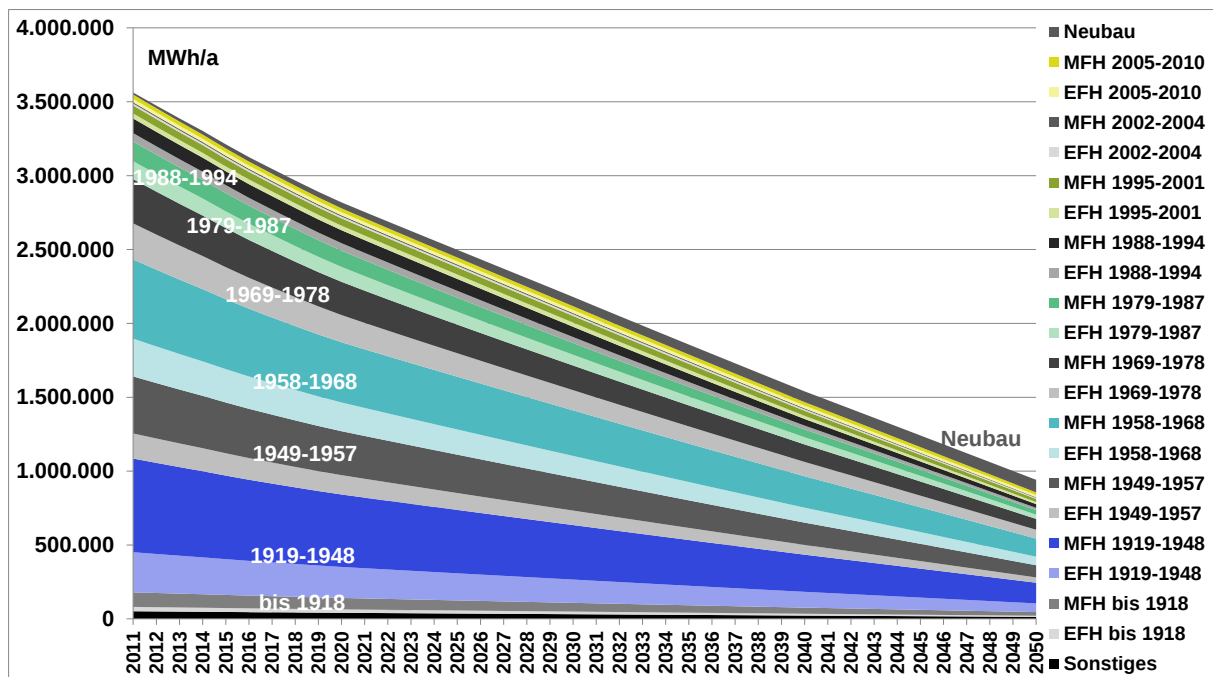


Abbildung 33 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Best Practice Szenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 2,0 %

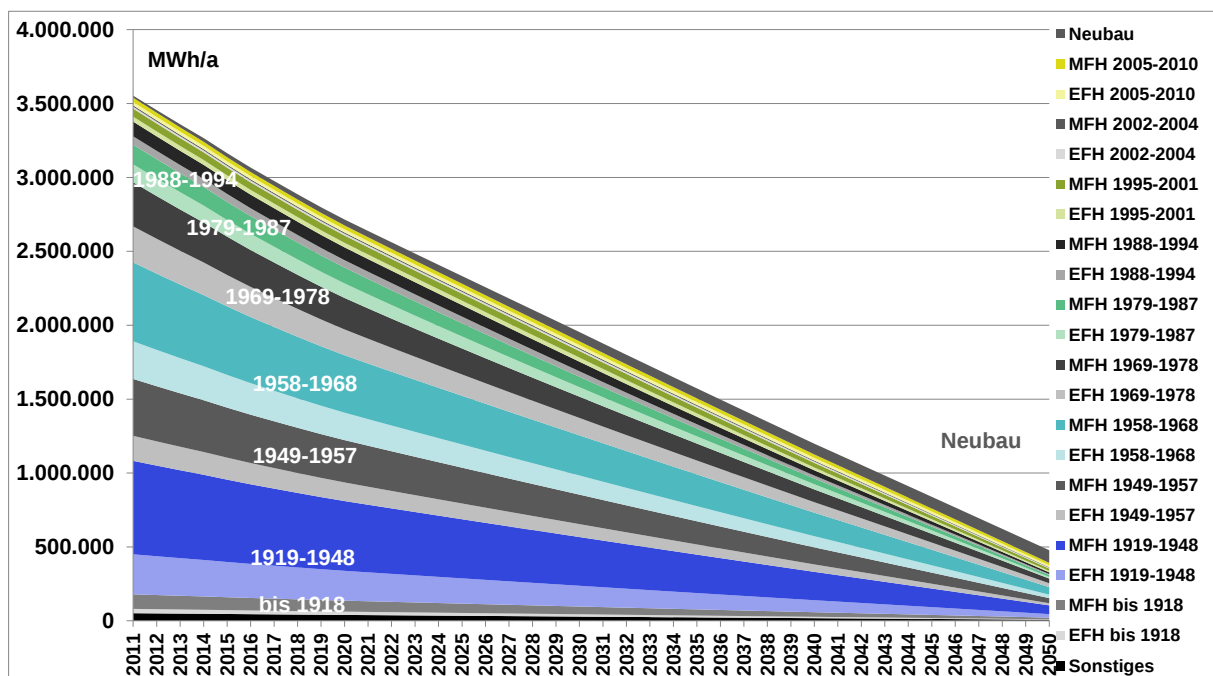


Abbildung 34 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Best Practice Szenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 2,5 %

Das Best Practice Szenario mit 2 % Sanierungsquote ist aus technischer Sicht ohne größere Probleme umsetzbar. Die Probleme liegen vor allem auf der administrativen Seite. Es wäre eine umfassende Offensive zur Umsetzung der Energiewende dazu erforderlich.

Die Umsetzung von 2,5 % p. a. würde eine vollständige Erfassung des Bestandes bis 2050 bedeuten. Dieses Szenario ist als nicht realistisch anzusehen, soll aber verdeutlichen, welches Potenzial technisch gegeben ist. Als wesentlicher Stellfaktor für die letztendlich durchgeführte Quote wird der Verlauf der Energiekosten zu sehen sein. Falls genügend erneuerbare Ressourcen kostengünstig verfügbar sind, wird die Sanierungsquote gegen 2050 eher sinken. Ist allerdings erkennbar, dass Effizienztechniken nicht nur derzeit, sondern auch langfristig die kostengünstigere Variante darstellen, so wird sich der Sanierungsprozess als Selbstläufer ab 2030 entwickeln. Der Energiepreis ist von Angebot und Nachfrage abhängig und mithin von der Energieeffizienz in Verbindung mit der Bereitstellung von Erneuerbaren Energien. Der Preis wird sich mithin dort einpendeln, wo wir entsprechend des jeweiligen Bedarfs – also der Ableitung aus der Effizienz – ausreichend erneuerbare Energieträger zur Verfügung stellen können.

3.8 Entwicklung des Heizwärmebedarfs für Warmwasserbereitung 2011 – 2050

Die Entwicklung des Heizwärmebedarfs für Warmwasserbereitung wird ebenfalls nach drei Szenarien gemäß Kapitel 2.4 dargestellt. Die zugrunde liegenden spezifischen Kennwerte werden in Kapitel 3.5 erläutert. Es wird davon ausgegangen, dass der Prozess kurzfristig mit hoher Einspareffizienz vor allem in der Anfangsphase zum Tragen kommt.

3.8.1 Referenzszenario

Der Heizwärmebedarf für Warmwasserbereitung reduziert sich im Referenzszenario von 2011 bis 2050 um 38,7 Prozent auf 381.284 MWh/a.

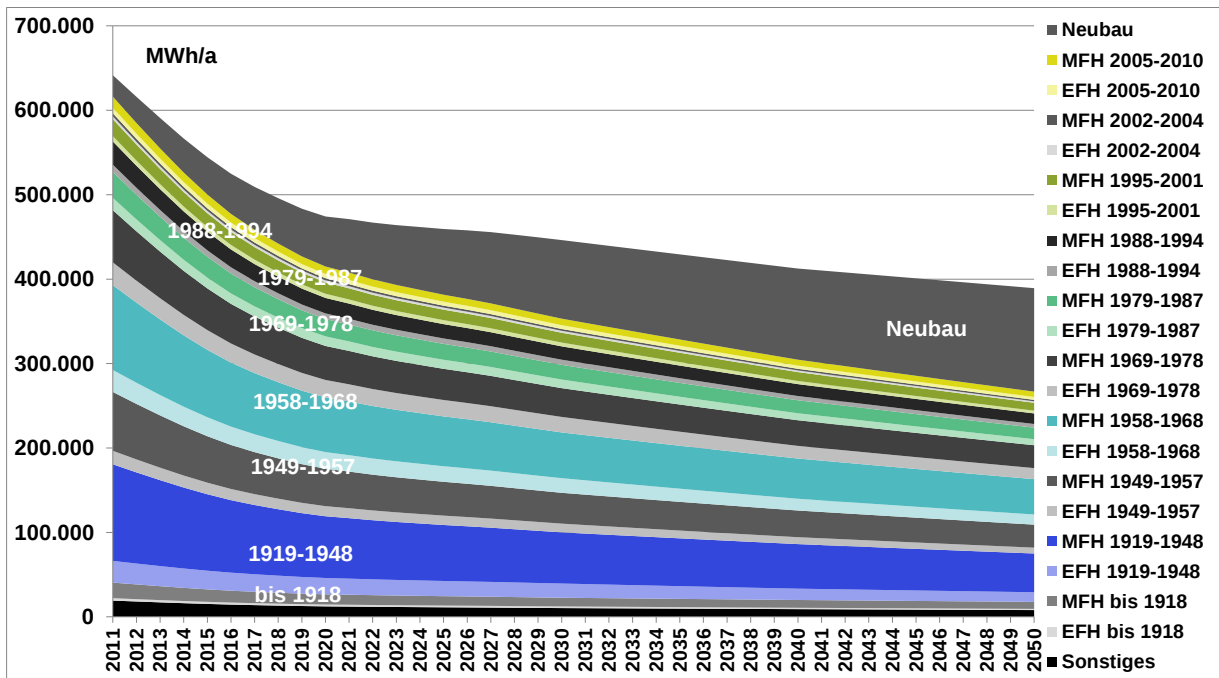


Abbildung 35 Referenzszenario: Entwicklung des Heizwärmebedarfs für Warmwasserbereitung (MWh/a)

3.8.2 Klimaschutzszenario

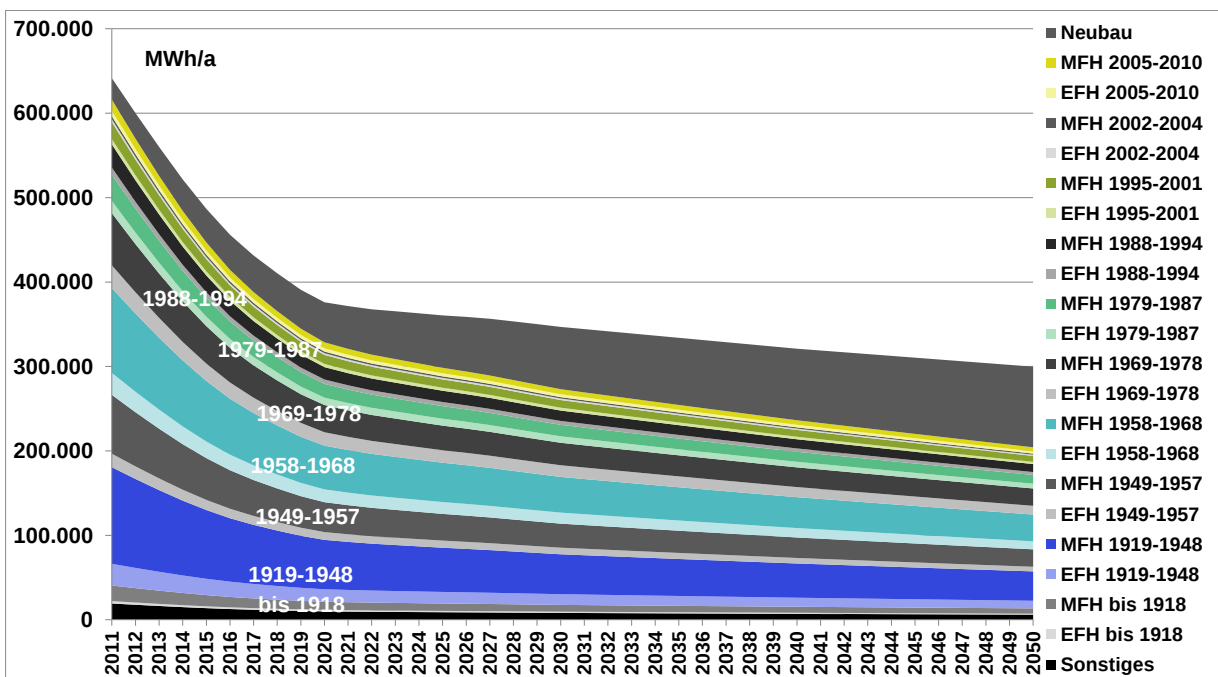


Abbildung 36 Klimaschutzszenario: Entwicklung des Heizwärmebedarfs für Warmwasserbereitung (MWh/a)

Der Heizwärmebedarf für Warmwasserbereitung für das Klimaschutzszenario reduziert sich von 2011 bis 2050 um 52,8 Prozent auf 293.646 MWh/a. Die deutlichen Einsparungen in den ersten Jahren sind vor allem durch niederschwellige Maßnahmen und Nutzerverhalten er-

reichbar. Sie können allerdings nur realisiert werden durch intensive Öffentlichkeitsarbeit und Information der Verbraucher. Wie bei der Stromnutzung ist dabei von sehr unterschiedlichen individuellen Verhaltensweisen auszugehen. Darüber hinaus kann der Zeitgeist einen starken Einfluss haben, z. B. Wellnessaspekte oder Komfortanwendungen wie Schwallduschen etc.

3.8.3 Best Practice Szenario

Der Heizwärmebedarf für Warmwasserbereitung des Best Practice Szenarios reduziert sich von 2011 bis 2050 um 65,8 Prozent auf 212.841 MWh/a.

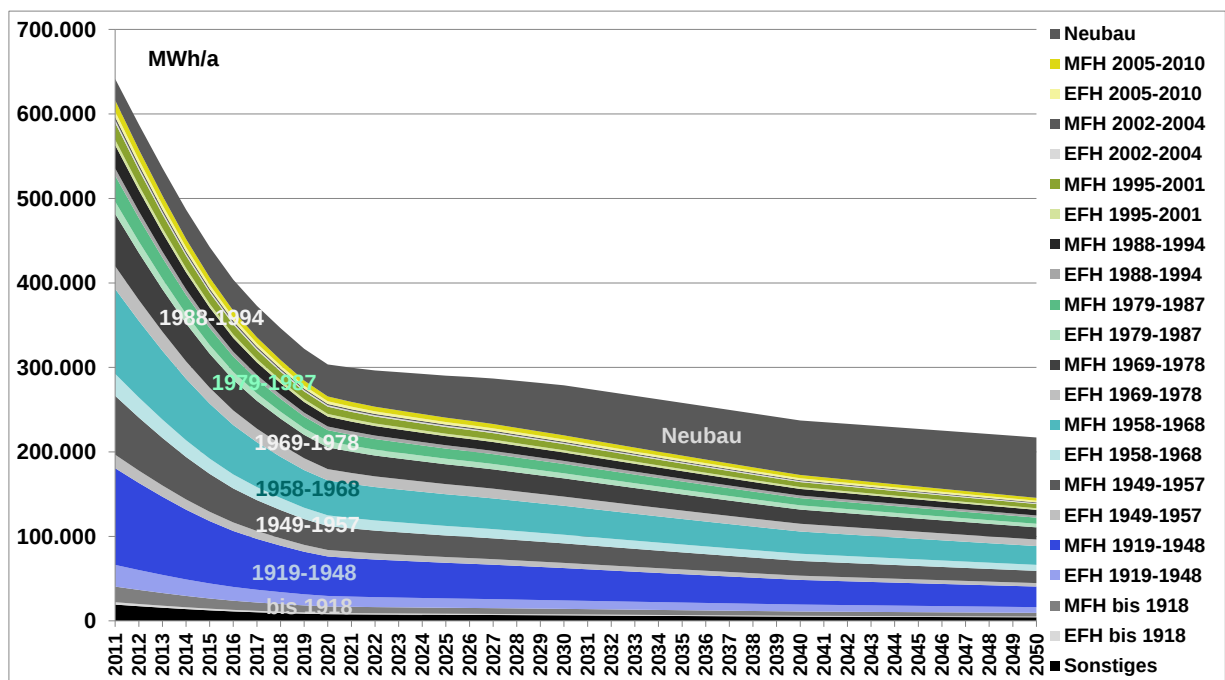


Abbildung 37 Best Practice Szenario: Entwicklung des Heizwärmebedarfs für Warmwasserbereitung (MWh/a)

3.9 Entwicklung des Strombedarfs 2011 – 2050

In Kapitel 3.5.3 wird die Entwicklung der Kennwerte für den Strombedarf hinsichtlich Haushaltsstrom, Hilfsenergien und Kühlen dargestellt. Bei durchgreifenden Strategien kann insbesondere in diesem Sektor in wenigen Jahren ein hohes Reduktionspotenzial erschlossen werden, da aufgrund der kurzen Investitionszyklen bei Einsatz von Best Practice Techniken in der Breite deutliche Energieeinsparungen in kurzer Zeit möglich sind. Zudem kann durch Nutzerverhalten ein deutlich höherer Anteil eingespart werden als im Bereich Heizung.

In einem gesonderten Gutachten sollten die Rahmenbedingungen für gezielte Stromsparmaßnahmen im Haushaltsbereich untersucht werden unter Einbindung von Verbrauchern, Industrie und Handel. Es gilt, das sehr hohe Einsparpotenzial innerhalb möglichst kurzer Zeit

tatsächlich zu realisieren. Darüber hinaus spielt der Sektor des Haushaltsstroms eine wesentliche Rolle für die Regelung von Smart-Grid-Strategien.

3.9.1 Referenzszenario

Im Jahr 2050 beträgt der Strombedarf beim Referenzszenario 335 GWh/a gegenüber einem Ausgangswert von 609 GWh/a in 2010 und reduziert sich damit innerhalb der vierzig Jahre um 42,9 Prozent.

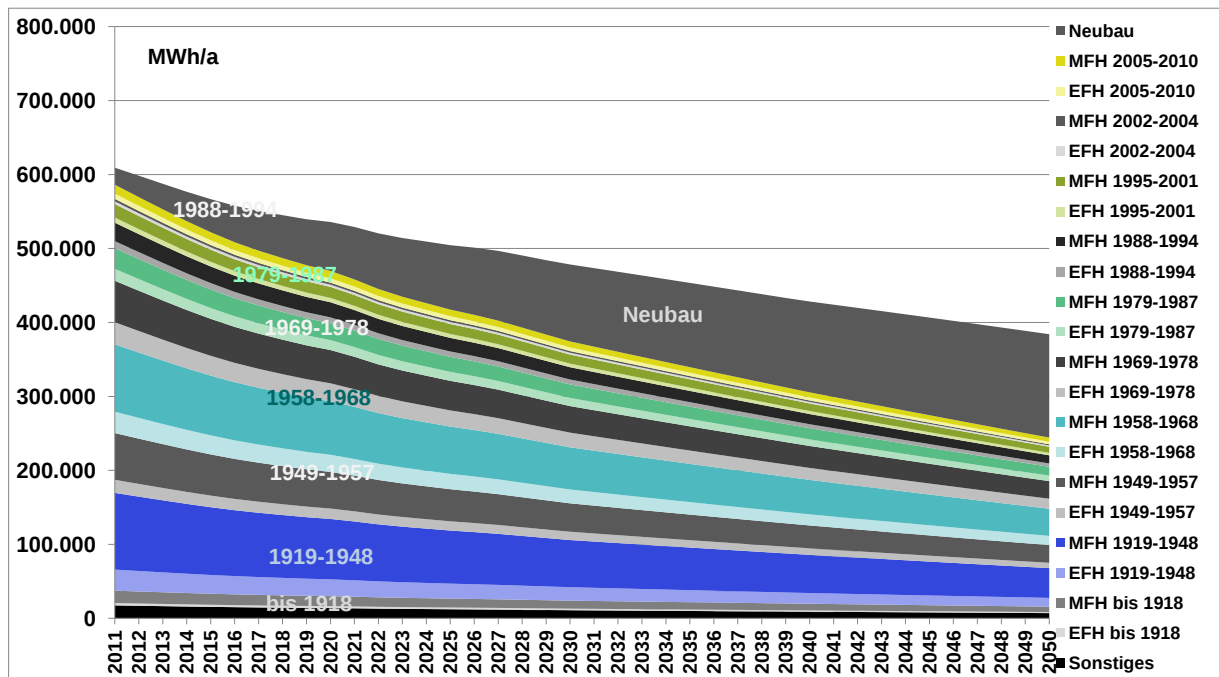


Abbildung 38 Referenzszenario: Entwicklung des Strombedarfs für Haushaltsstrom und Hilfsenergie von 2011 bis 2050 (MWh/a)

3.9.2 Klimaschutzszenario

Der Strombedarf gemäß Klimaschutzszenario verringert sich von 2010 bis 2050 um 48,3 Prozent auf 335 GWh/a. Den Verfassern ist bewusst, dass in den vergangenen Jahren insbesondere beim Haushaltsstromverbrauch ein jeweils geringer Anstieg zu verzeichnen war. Voraussetzung für die Umsetzung einer Reduktionsstrategie, wie in diesem Klimaschutzszenario dargestellt, ist ein sehr umfangreiches Maßnahmenpaket mit intensivster Einbeziehung der Verbraucher (vgl. Kap. 10.1.3).

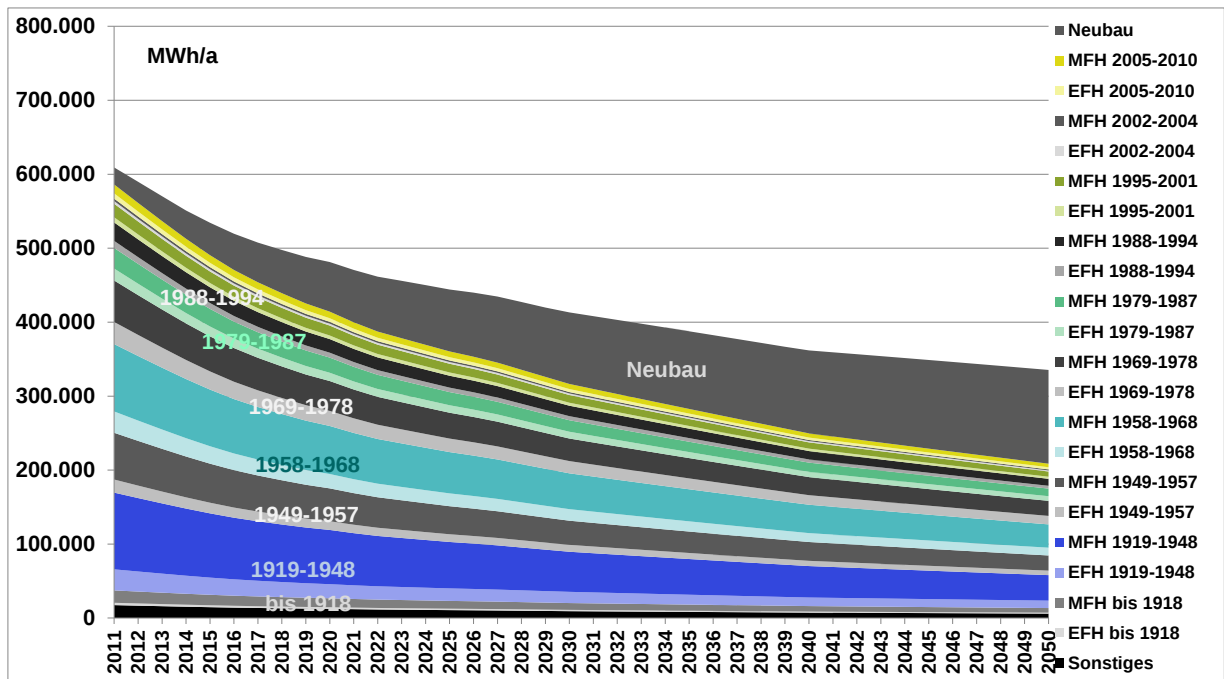


Abbildung 39 Klimaschutzszenario: Entwicklung des Strombedarfs für Haushaltsstrom und Hilfsenergie von 2011 bis 2050 (MWh/a)

3.9.3 Best Practice Szenario

Der Strombedarf reduziert sich beim Best Practice Szenario von 2010 bis 2050 um 51,9 Prozent auf 293 GWh/a.

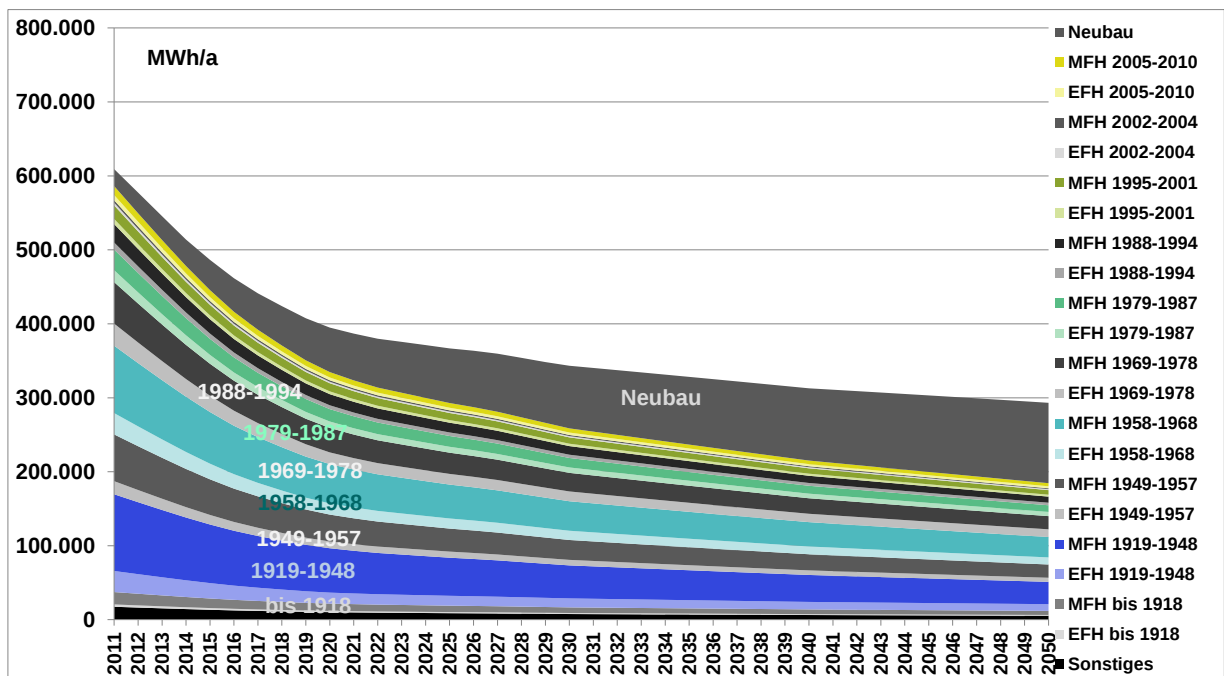


Abbildung 40 Best Practice Szenario: Entwicklung des Strombedarfs für Haushaltsstrom und Hilfsenergie von 2011 bis 2050 (MWh/a)

4 Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie

(Dieses Kapitel wurde von Schulze Darup & Partner verfasst.)

Analog zum Vorgehen bei den Wohnbauten wird ein Entwicklungsmodell mit den gleichen Szenarien für die Nichtwohnbauten erstellt. Dabei sind allerdings einige Besonderheiten zu beachten, die im Folgenden näher erläutert werden. Insbesondere greift die Typologie nach Jahrgangsstufen bei den Nichtwohngebäuden nicht in dem Maß wie im Wohnbau, da einerseits die Heizenergiekennwerte weniger spezifisch sind und zudem die Nutzungskriterien ein deutlich höheres Gewicht aufweisen.



Abbildung 41 Energieverbrauch im Sektor Nichtwohnbäude: Schema der wesentlichen Einflussfaktoren, der Methodik und Maßnahmen und Strategien zur Reduktion des Energieverbrauchs

4.1 Gebäudetypologie

Wie bei den Wohngebäuden soll mittels eines konfigurierten Modells die Entwicklungen der Nichtwohnbäude sinnvoll nachvollzogen und modelliert werden. Zu diesem Zweck erfolgt eine Differenzierung nach Nutzungsarten. Aufgrund dieser Überlegungen wurden achtzehn Betrachtungsgruppen nach dem Gliederungsmuster des Amtes für Statistik erstellt. [Statistik Nürnberg 2009]

Tabelle 24 Aufstellung der Gebäudegruppen nach Hauptnutzungsart des Gebäudes gem. Angaben Statistisches Amt der Stadt Nürnberg als Grundlage für die Berechnungen [Statistik Nürnberg 2009]

Baualters- klasse	Wohngebäude (oh. WH)			Wohnheim			Büro / Verwaltung			Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude			Landwirtsch. Betriebsgebäude		
	Geb. insg.	Wfl in qm	Nfl in qm	Geb. insg.	Wfl in qm	Nfl in qm	Geb. insg.	Wfl in qm	Nfl in qm	Geb. insg.	Wfl in qm	Nfl in qm	Geb. insg.	Wfl in qm	Nfl in qm
	Anzahl	Summe	Summe	Anzahl	Summe	Summe	Anzahl	Summe	Summe	Anzahl	Summe	Summe	Anzahl	Summe	Summe
bis 1918	2 134		13 464	1		729	41	1 200	49 473	43	839	27 493	11	628	1 561
1918-1948	17 295		123 392	12		4 528	382	11 157	309 332	1 211	8 652	818 268	581	971	90 276
1949-1957	10 021		66 191	8		3 739	490	6 883	386 451	955	6 064	787 803	169	185	52 838
1958-1968	13 798		73 560	15		17 821	389	5 186	322 494	681	3 137	525 279	116	200	35 021
1969-1978	11 204		95 034	10		11 203	414	6 270	380 268	561	2 928	594 516	133	110	79 721
1979-1987	5 997		56 399	14		8 169	254	3 634	257 520	370	861	334 130	60	0	33 721
1988-1994	3 824		100 677	18		13 337	281	15 526	574 230	230	2 308	445 089	37	167	18 255
1995-2001	2 754		116 083	14		4 369	133	15 793	448 906	88	1 105	147 695	25	0	17 349
2002-2004	1 213		66 285	10		4 496	40	208	92 955	26	160	43 223	6	0	18 471
2005-2010	2 488		144 947	12		8 493	91	3 052	307 148	92	843	272 434	22	294	53 426
k.A.	788		810	8		0	137	116	2 869	287	0	8 553	5	0	378
Gesamt	71 516		856 842	122		76 884	2 652	69 025	3 131 646	4 544	26 897	4 004 483	1 165	2 555	401 017

Baualters- klasse	Handel und Gastgewerbe			Kultur, Bildung, Sport, Freizeit			Gesundheit, Soziales, Kirchen			Sonstiges (insb. Garagen)			Unbekannt (Fälle 100, 900, 901)		
	Geb. insg.	Wfl in qm	Nfl in qm	Geb. insg.	Wfl in qm	Nfl in qm	Geb. insg.	Wfl in qm	Nfl in qm	Geb. insg.	Wfl in qm	Nfl in qm	Geb. insg.	Wfl in qm	Nfl in qm
	Anzahl	Summe	Summe	Anzahl	Summe	Summe	Anzahl	Summe	Summe	Anzahl	Summe	Summe	Anzahl	Summe	Summe
bis 1918	68	2 333	36 249	29	636	48 944	5	138	1 013	162	290	3 197	403	8 837	6 317
1918-1948	1 096	12 046	354 014	158	3 022	154 403	102	1 271	120 785	5 451	197	176 949	5 312	13 939	190 039
1949-1957	1 014	7 626	595 968	133	1 323	108 114	42	2 307	24 199	5 152	152	276 133	2 477	18 602	77 025
1958-1968	762	7 223	480 545	207	2 849	228 136	64	5 288	47 655	6 715	0	377 707	1 449	18 509	59 789
1969-1978	701	3 831	952 643	172	2 878	254 577	49	779	55 840	5 019	631	367 912	1 009	32 033	75 572
1979-1987	529	4 644	689 930	124	744	160 574	43	3 439	58 873	2 342	0	322 568	485	34 021	51 401
1988-1994	387	24 432	741 788	58	1 610	61 200	53	1 838	87 416	1 526	6 058	326 292	247	42 218	28 028
1995-2001	211	5 330	237 816	42	1 049	60 116	31	569	19 843	297	0	222 521	23	6 358	9 572
2002-2004	51	501	184 592	10	0	15 657	6	111	4 014	36	0	50 747	1	0	152
2005-2010	169	4 040	502 864	43	424	103 855	50	1 163	90 518	78	100	184 887	12	9 181	28 306
k.A.	300	128	1 816	84	0	0	22	0	1 850	284	0	348	1 283	0	0
Gesamt	5 288	72 134	4 778 225	1 060	14 535	1 195 576	467	16 903	512 006	27 062	7 428	2 309 261	12 701	183 698	526 201

In der obigen Tabelle werden diese Gruppen nach Baualtersstufen unterteilt dargestellt. Da bei Nichtwohngebäuden der Heizwärmebedarf beim Energieverbrauch nicht so sehr dominiert wie bei den Wohngebäuden und zudem keine vergleichbar charakteristischen Gruppierungen nach Baualtersstufen möglich sind, wird wie bereits dargestellt eine Unterteilung nach Hauptnutzungsarten vorgenommen. Dabei ist zu beachten, dass bei den jeweiligen Nutzungen jeweils zwischen Wohnfläche und Nutzfläche unterschieden wird. Bei den Wohnflächen handelt es sich um Wohnnutzungen in vorrangig gewerblich genutzten Betriebsgebäuden, z. B. Hausmeisterwohnungen. Allerdings ist die Summe der Wohnflächen sehr gering im Vergleich zu den Nutzflächen des Nichtwohnbaus.

4.2 Entwicklung der Nutzfläche

In den folgenden beiden Tabellen werden die Flächen der Nichtwohngebäude sowohl nach Baualtersklassen als auch nach Hauptnutzungsarten aufgelistet.

Tabelle 25 Gesamte Wohn- und Nutzfläche für Nürnberg nach Baualtersklassen im Vergleich [Statistik Nürnberg 2009]

Baualters- klasse	Gesamt		
	Gebäude insg.	Wfl in qm	Nfl in qm
	Anzahl	Summe	Summe
bis 1918	2 897	697 659	188 440
1918-1948	31 600	4 631 203	2 341 986
1949-1957	20 461	2 847 580	2 378 461
1958-1968	24 196	4 216 971	2 168 007
1969-1978	19 272	3 119 207	2 867 286
1979-1987	10 218	1 640 378	1 973 285
1988-1994	6 661	1 332 147	2 396 312
1995-2001	3 618	942 953	1 284 270
2002-2004	1 399	286 205	480 592
2005-2010	3 057	706 018	1 696 878
k.A.	3 198	17 159	16 624
Gesamt	126 577	20 437 480	17 792 141

Tabelle 26 Nutz- und Wohnflächen der Nichtwohnbauten nach Hauptnutzungsarten; die Nummerierung inkl. der zusätzlichen Neubau-Kategorien entspricht den Bezeichnungen in den Diagrammen [Statistik Nürnberg 2009]

	Hauptnutzungsart	Fläche / m ²
1	Nutzfläche in Wohngebäuden	856 842
2	Nutzfläche in Wohnheimen	76 884
3	Büro / Verwaltung (Wohnfl.)	69 025
4	Büro / Verwaltung (Nutzfl.)	3 131 646
5	Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude (WF)	26 897
6	Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude (NF)	4 004 483
7	Landwirtsch. Betriebsgebäude (WF)	2 555
8	Landwirtsch. Betriebsgebäude (NF)	401 017
9	Handel- und Gastgewerbe (Wohnfl.)	72 134
10	Handel- und Gastgewerbe (Nutzfl.)	4 778 225
11	Kultur, Bildung, Sport, Freizeit (WF)	14 535
12	Kultur, Bildung, Sport, Freizeit (NF)	1 195 576
13	Gesundheit, Soziales, Kirchen (WF)	16 903
14	Gesundheit, Soziales, Kirchen (NF)	512 006
15	Sonstiges, insbesondere Garagen (WF)	7 428
16	Sonstiges, insbesondere Garagen (NF)	2 309 261
17	Unbekannte Fälle (Wohnfläche)	183 698
18	Unbekannte Fälle (Nutzfläche)	526 201
19	Neubau Büro / Verwaltung	
20	Neubau Fabrik-, Werkstatt- und Lagergeb.	
21	Neubau Handel und Gastgewerbe	
22	Neubau Sonstige	

Die Fortschreibung der Nutzfläche erfolgte methodisch analog zum Vorgehen für den Wohngebäudesektor gemäß Kapitel 3.1 ermittelt wurde. Es ist ein vertiefendes Gutachten zur Entwicklung der Bereiche GHD und Industrie zu empfehlen, um möglichst präzise Langfristprognosen zu erhalten. Ein wesentlicher Aspekt bei der Gewichtung der Neubauquoten lag in den höheren Werten für Büro- und Verwaltungsgebäude, sodass im Saldo bis 2050 ein Anwachsen zu verzeichnen ist, während bei Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäuden der prozentuale Anteil geringer wird.

In der folgenden Tabelle werden die Entwicklungen zusammengestellt, die als Grundlage für die energetischen Berechnungen dienen. Das Diagramm visualisiert diese Entwicklung bis 2050. Deutlich wird dort die Entwicklung der unterschiedlichen Nutzungsarten im Vergleich zum Anteil der neu erstellten Gebäude. Einfluss auf diese Darstellung haben die Überlegungen zu Abriss- und Neubauquoten in Kapitel 4.5.

Tabelle 27 Entwicklung der Nutzflächen (m²) für Nichtwohngebäude von 2010 bis 2050 sowie die spezifische Nutzfläche pro Einwohner (m²/Einwohner)

	Hauptnutzungsarten / Nutzfläche in m²	2010	2020	2030	2040	2050
01	Nutzfläche Wohnungen	856.842	819.590	776.126	722.526	652.925
02	Nutzfläche Wohnheime	76.884	73.541	69.641	64.832	58.587
03	Büro / Verwaltung	3.131.646	2.890.387	2.619.793	2.302.301	1.917.138
04	Büro / Verwaltung - Wohnfläche	69.025	66.024	62.523	58.205	52.598
05	Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäude	4.004.483	3.581.837	3.123.928	2.609.629	2.021.850
06	Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäude - Wohnfl.	26.897	25.728	24.363	22.681	20.496
07	Landwirtschaftliche Betriebsgebäude	401.017	383.582	363.241	338.155	305.580
08	Landwirtschaftliche Betriebsgebäude - Wohnfl.	2.555	2.444	2.314	2.154	1.947
09	Handel und Gastgewerbe	4.778.225	4.370.813	3.918.356	3.394.062	2.768.760
10	Handel und Gastgewerbe - Wohnfläche	72.134	68.998	65.339	60.826	54.967
11	Kultur, Bildung, Sport und Freizeit	1.195.576	1.143.597	1.082.951	1.008.160	911.045
12	Kultur, Bildung, Sport und Freizeit - Wohnfläche	14.535	13.903	13.166	12.257	11.076
13	Gesundheit, Soziales und Kirchen	512.006	489.746	463.774	431.745	390.155
14	Gesundheit, Soziales und Kirchen - Wohnfläche	16.903	16.168	15.311	14.253	12.880
15	Sonstiges /(insbes. Garagen)	2.309.261	2.208.863	2.091.725	1.947.267	1.759.687
16	Sonstiges /(insbes. Garagen) - Wohnfläche	7.428	7.105	6.728	6.264	5.660
17	Unbekannt (Fälle 100, 900, 901)	526.201	503.324	476.632	443.715	400.972
18	Unbekannt (Fälle 100, 900, 901) - Wohnfläche	183.698	175.712	166.393	154.902	139.980
19	Neubau Büro / Verwaltung		482.026	973.962	1.556.226	2.260.653
20	Neubau Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäude		374.652	743.180	1.160.247	1.634.631
21	Neubau Handel und Gastgewerbe		587.592	1.180.994	1.874.421	2.698.689
22	Neubau Sonstige		1.373.957	2.243.209	2.578.774	2.925.939
	Summe inkl. Neubau	18.276.243	19.659.588	20.483.650	20.763.602	21.006.215
	Nutzfläche pro Einwohner (m²/EW)	36,7	38,5	39,9	41,7	43,4

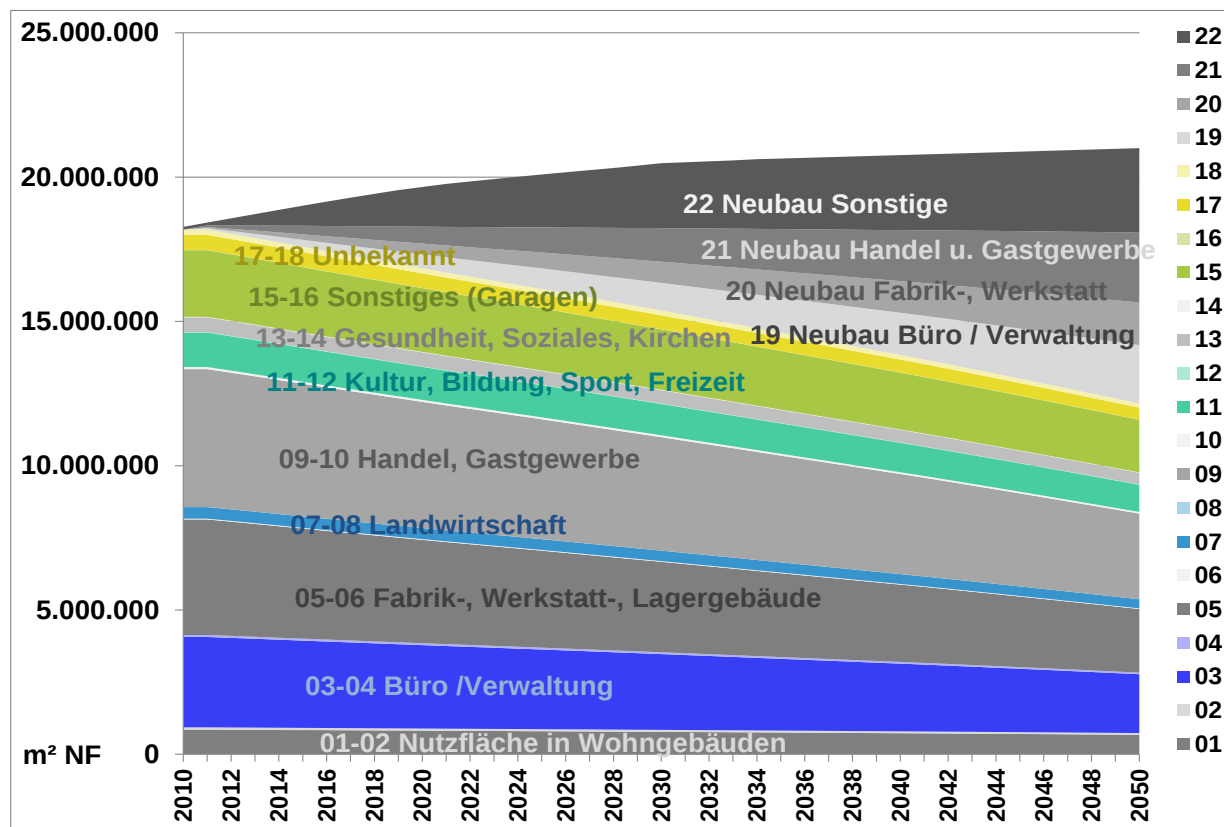


Abbildung 42 Entwicklung der Nutzfläche von 2010 bis 2050 als Grundlage der energetischen Entwicklung

4.3 Denkmal- und Ensembleschutz

Hinsichtlich des Denkmal- und Ensembleschutzes gelten die gleichen Grundüberlegungen wie in Kapitel 3.3 für den Wohngebäudebestand. Das Vorgehen hinsichtlich der Nichtwohngebäude ist vergleichbar, indem eine Zulage für den jeweiligen spezifischen Heizwärmebedarf gemäß der folgenden Tabelle in die Berechnungen einbezogen wird. So kann bei einem Anteil von 3 % denkmalgeschützten Gebäuden der Heizwärmebedarf um 30 Prozent überschritten werden, für Gebäude mit Ensembleschutz (10 Prozent) wird eine Zulage von 20 Prozent und darüber hinaus für weitere stadtbildprägende Gebäude (15 Prozent) 10 Prozent in Ansatz gebracht.

Tabelle 28 Berücksichtigung von erhöhtem Heizwärmebedarf für Gebäude mit Denkmal- bzw. Ensembleschutz sowie für sonstige stadtbildprägende Gebäude

	Anteil: % des Bestands	Heizwärmebedarf im Vergleich zu den Kennwerten für Bauten ohne Denkmalaspekte
Anteil Denkmalschutz	3 %	130 %
Anteil Ensembleschutz	10 %	120 %
Anteil Stadtbildprägend	15 %	110 %

4.4 Energiekennwerte

Die Energiekennwerte für Nichtwohngebäude verhalten sich aufgrund der unterschiedlichen Nutzungsarten, Betriebsweisen und individuellen Nutzerprofile sehr inhomogen. Die Gegenüberstellung unterschiedlicher Studien und Quellen zu dieser Thematik führt zu sehr divergierenden Aussagen, die zudem noch durch regionale Rahmenbedingungen beeinflusst werden.

Folgende Grundlagen gingen in die Festlegung der Energiekennwerte für die Studie ein:

- Studien zu Energiekennwerten im Nichtwohngebäude-Bereich [AGES-Studie 2008; Bauwerkszuordnungskatalog Bundesbaumisterium]
- Klimaschutzfahrplan 2010/2020 Stadt Nürnberg [EnergieRegion GmbH, 2007]
- Vorgaben aus dem Energienutzungsplan 2030 für Nürnberg des FfE [FfE 2012]
- Kenngrößen aus Berechnungsergebnissen der DIN 18599
- Kenngrößen aus Berechnungsergebnissen nach PHPP anhand zahlreicher durchgeführter Projekte
- Kennwerte aus dem Monitoring von dokumentierten Passivhausprojekten [PHPP 2012, PHI 1998-2011]
- Kennwerte aus Monitoring-Projekten des ENOB-Forschungsvorhabens [ENOB 2012, Voss 2006].

4.4.1 Energiekennwerte für Heizen, Warmwasser und Prozesswärme

Die Bedarfswerte für den Sektor Heizung konnten für den Gebäudebestand auf Basis zahlreicher Gutachten sowie auf dem Erfahrungshintergrund einer großen Anzahl berechneter und dokumentierter Projekte festgelegt werden. Dabei wurde für die Bestandsgebäude ein Mittelwert aus den charakteristischen Baualterstufen gewählt, wobei individuelle nutzerbedingte Abweichungen in diesen Bereichen die jahrgangsbezogenen Differenzen durchaus übersteigen können.

Einfacher ist die Festlegung der zukünftigen Kennwerte, weil beim Neubau und Sanierungen klare Entwicklungen aufgrund der rechtlichen Vorgaben von Bund und EU sowie bei einer großen Anzahl Modellprojekten gegeben sind.

Der methodische Ansatz in der Studie geht von einem Bedarfsprofil aus, das in der folgenden Tabelle dargestellt wird. Für die einzelnen Nutzungsarten können diese Kennwerte mittels Faktoren angepasst werden, sodass die verschiedenen Varianten mit dem Modul gerechnet werden können.

Tabelle 29 Kennwerte für den Wärmebedarf der Nichtwohngebäude: Da die Nutzungsarten sehr unterschiedliche Bedarfswerte aufweisen, werden die Faktoren bei Heizwärmebedarf und WW/Prozesswärme zur Anpassung an die jeweiligen Werte für den Wärmebedarf gesamt genutzt (Ergebnisse s. folgende Tabelle), Angaben in kWh/(m²a)

			Sanierungsstandards				
Wärmebedarf gesamt		Bestand	2015	2018	2021	2030	2040
Best Practice Szenario	kWh/(m²a)	140,0	22,0	19,5	17,0	15,5	14,5
Klimaschutzszenario	kWh/(m²a)	140,0	37,6	33,2	27,8	24,3	22,1
Referenzszenario	kWh/(m²a)	140,0	62,0	54,5	47,0	42,4	37,3
Heizwärmebedarf	Faktor 1,00	Bestand	2015	2018	2021	2030	2040
Best Practice Szenario	kWh/(m²a)	120	12,0	11,5	11,0	10,5	10,0
Klimaschutzszenario	kWh/(m²a)	120	21,6	19,6	17,6	15,8	14,0
Referenzszenario	kWh/(m²a)	120	42,0	34,5	30,8	28,4	26,0
WW / Prozesswärme	Faktor 1,00	Bestand	2015	2018	2021	2030	2040
Best Practice Szenario	kWh/(m²a)	20	10,0	8,0	6,0	5,0	4,5
Klimaschutzszenario	kWh/(m²a)	20	16,0	13,6	10,2	8,5	8,1
Referenzszenario	kWh/(m²a)	20	20,0	20,0	16,2	14,0	11,3

Für den Bereich Warmwasserbereitung und Prozesswärme stellt sich die Festlegung der Kennwerte wegen der deutlichen Abweichungen in Abhängigkeit von der individuellen Nutzung als besonders schwierig dar. Auf Basis der benannten Studien (Kap. 4.4) wurden

Kennwerte für die unterschiedlichen Nutzungen festgelegt, die im Mittel zu erwarten sind. Es ist evident, dass dabei individuell hohe Abweichungen auftreten können. Die Anpassung in der Rechenmatrix für die einzelnen Nutzungsarten erfolgte über Faktoren. Die daraus resultierenden Ergebnisse sind in den einzelnen Berechnungsblättern nachzuvollziehen sowie in der folgenden zusammenfassenden Tabelle, in der für die relevanten Nutzungsarten die Bedarfswerte für die Entwicklung bis 2050 in Abhängigkeit von den drei Szenarien dargestellt werden. In der Folgetabelle befinden sich als Ergänzung die Werte für den Anlagenaufwand der Anlagen innerhalb der Gebäude für die Wärmeversorgung. Nicht enthalten in diesen Zahlen sind die umwandlungsspezifischen Einflüsse. Diese werden im Versorgungsteil behandelt.

Aufgrund der hohen Komplexität bei Nichtwohngebäuden wird empfohlen, für diesen Sektor vertiefende Studien für die wesentlichen Nutzungstypen zu erstellen:

- Büro / Verwaltung
- Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude
- Handel und Gastgewerbe
- Kultur, Bildung
- Gesundheit, Soziales.

Tabelle 30 Heizwärmebedarf (Heizen, Warmwasser, Prozesswärme) für die unterschiedlichen Nutzungsarten (mittlere Kennwerte für Sanierungen des jeweiligen Jahres)

Büro / Verwaltung		Bestand	2015	2018	2021	2030	2040
Best Practice Szenario	kWh/(m²a)	126,0	12,0	11,5	11,0	10,5	10,0
Klimaschutzszenario	kWh/(m²a)	126,0	26,4	23,6	20,7	18,3	16,4
Referenzszenario	kWh/(m²a)	126,0	48,0	40,5	35,7	32,6	29,4
Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude		Bestand	2015	2018	2021	2030	2040
Best Practice Szenario	kWh/(m²a)	252,5	92,7	75,5	58,3	49,5	44,9
Klimaschutzszenario	kWh/(m²a)	252,5	149,9	128,3	98,3	82,6	78,0
Referenzszenario	kWh/(m²a)	252,5	197,9	192,7	158,0	137,8	113,0
Landwirtschaftliche Betriebsgeb.		Bestand	2015	2018	2021	2030	2040
Best Practice Szenario	kWh/(m²a)	102,0	22,2	18,9	15,6	13,8	12,8
Klimaschutzszenario	kWh/(m²a)	102,0	37,0	32,1	25,9	22,2	20,6
Referenzszenario	kWh/(m²a)	102,0	55,2	50,7	42,8	38,0	32,5
Handel und Gastgewerbe		Bestand	2015	2018	2021	2030	2040
Best Practice Szenario	kWh/(m²a)	170,0	37,0	31,5	26,0	23,0	21,3
Klimaschutzszenario	kWh/(m²a)	170,0	61,6	53,6	43,1	37,0	34,3
Referenzszenario	kWh/(m²a)	170,0	92,0	84,5	71,3	63,4	54,1
Kultur, Bildung, Sport, Freizeit		Bestand	2015	2018	2021	2030	2040
Best Practice Szenario	kWh/(m²a)	126,0	15,0	13,9	12,8	12,0	11,4
Klimaschutzszenario	kWh/(m²a)	126,0	26,4	23,6	20,7	18,3	16,4
Referenzszenario	kWh/(m²a)	126,0	48,0	40,5	35,7	32,6	29,4
Gesundheit, Soziales, Kirchen		Bestand	2015	2018	2021	2030	2040
Best Practice Szenario	kWh/(m²a)	174,0	29,4	25,8	22,2	20,1	18,8
Klimaschutzszenario	kWh/(m²a)	174,0	49,9	43,9	36,4	31,7	29,0
Referenzszenario	kWh/(m²a)	174,0	80,4	71,4	61,3	55,0	48,1

Tabelle 31 Anlagenaufwand innerhalb der Gebäude für die Wärmenutzung

ANLAGENAUFWAND	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Bestand	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Referenzszenario	1,20	1,19	1,17	1,16	1,14	1,13	1,11	1,11	1,11
Klimaschutzszenario	1,14	1,13	1,12	1,11	1,09	1,08	1,07	1,07	1,07
Best Practice Szenario	1,11	1,10	1,09	1,08	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04

4.4.2 Energiekennwerte für Kühlung

Die Bedarfswerte für die Kühlung wurden hinsichtlich der Grundlagen und Quellen analog zu den Werten für die Wärmeversorgung ermittelt. Die Kennwerte für den Bestand und die drei Szenarien sind der folgenden Tabelle zu entnehmen. Dabei handelt es sich um Werte, die

sich zu den angegebenen Jahren im Mittel des Bestands einstellen. Dies basiert auf der Annahme, dass die Entwicklung nur zum Teil von den Sanierungszyklen der Gebäudehülle abhängig ist, sondern auch hohe Einflüsse durch das Nutzerverhalten, optimierende Reduzierung der internen Gewinne sowie durch singulären Austausch von Kühltechnik erreicht werden können.

Tabelle 32 Resultierende Mittelwerte des Gesamtbestandes für den spezifischen Kühlbedarf von Büro-/ Verwaltungsgebäuden in kWh/(m²a)

Result. Mittelwerte Sanierung	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario	100,0	87,50	75,0	70,00	65,0	60,00	55,0	52,50	50,0
Klimaschutzszenario	100,0	71,20	60,0	55,00	50,0	45,00	40,0	35,00	30,0
Best Practice Szenario	100,0	64,00	50,0	42,50	35,0	30,00	25,0	21,50	18,0
Spezifischer Bedarf Neubau									
Referenzszenario	70,0	60,00	50,0	45,00	40,0	37,50	35,0	32,50	30,0
Klimaschutzszenario	40,0	29,20	25,0	22,50	20,0	17,50	15,0	13,50	12,0
Best Practice Szenario	25,0	19,96	18,0	16,50	15,0	13,50	12,0	11,00	10,0

Der Anlagenaufwand erfasst für die Kühlung die gesamte Anlage inklusive der Kühltechnik. Dabei wird einerseits auf die Arbeitszahlen für Kompressionskälte abgezielt. Bei Anwendungen für Raumkühlung mit 17 °C Vorlauftemperatur in Bereichen von Flächenaktivierung ergeben sich Arbeitszahlen von 6-7 bei guter Technik, mittlere Anlagenkonfigurationen liegen bei Arbeitszahlen um 4,5, mäßige Anlagen bei 3,0.

Darüber hinaus geht als wesentlicher Faktor bei zukünftigen Kühlanwendungen die Bauteilaktivierung mit Erdkühle ein, bei der die Arbeitszahl der Pumpe, die Kühle aus dem Erdreich in die Flächen fördert, weit höher liegt als die besten Anlagen mit Kompressionskälte und sonstigen Kühlsystemen. Daraus ergeben sich bei optimierter Planung mittel- und langfristig hervorragende Kennwerte, die sich in der Tabelle in den zukünftigen resultierenden Kennwerten niederschlagen.

Die Kühlung wird im Ergebnis dieses Kapitels unter den Stromanwendungen bilanziert. Einflüsse auf die Versorgungsbilanz mittels Auskopplung von Kühlanwendungen aus dem Fernwärmenetz werden im Versorgungsteil behandelt.

Tabelle 33 Anlagenaufwand Kühlung basierend auf Arbeitszahlen für Kompressionskälte bezüglich Raumkühlung (17 °C Vorlauftemperatur): Gut 6-7 / mittel 4,5 / mäßig 3,0

ANLAGENAUFWAND	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario	0,33	0,31	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
Klimaschutzszenario	0,33	0,27	0,25	0,23	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16
Best Practice Szenario	0,33	0,25	0,22	0,20	0,17	0,16	0,15	0,14	0,12

Hinsichtlich der Methodik soll angefügt werden, dass mehrere Gebäudetechnikplaner und Industriepartner in die Recherche einbezogen und zu ihren Erfahrung mit Kennwerten aus Planung und Betrieb sowie hinsichtlich der weiteren Entwicklung der Technik befragt wurden. Die Aussagen dieser Experten wichen z. T. deutlich voneinander ab und ließen vor allem starke Unterschiede in der Beurteilung von aktuellen und zukünftigen Möglichkeiten zur Reduzierung des Kühlbedarfs erkennen. Dies lag vor allem daran, dass die Einflüsse des baulichen Wärmeschutzes und der Optimierung der internen Lasten (s. Kap. 2.7.8) sehr unterschiedlich eingeschätzt wurden bzw. in einigen Fällen kaum eine angemessene Berücksichtigung erfuhren.

4.4.3 Energiekennwerte für Stromnutzung

Kennwerte für die Stromnutzung bei gewerblichen Nutzungen sind in hohem Maß von den individuellen Anforderungen der jeweiligen Nutzer abhängig, sodass nur bedingt schlüssige Benchmarks zur gewählten Nutzungsmatrix festgelegt werden können. Wesentliche Grundlagen stellen die bereits unter 4.4 benannten Studien dar, wobei besonderes Gewicht auf Erfahrungen bei aktuellen Projektumsetzungen gelegt wurde. Insbesondere wurde für die zukünftigen Kennwerte Bezug genommen auf erfolgreich umgesetzte und dokumentierte Modellprojekte [ENOB 2012, Voss 2006, PHI 1998-2011].

Auf dieser Basis wird die Entwicklung des Strombedarfs analog zu den Vorkapiteln und in Anlehnung an die Erläuterungen in Kapitel 2.7.7 in der folgenden Tabelle dargestellt. Dabei handelt es sich um Werte, die jährlich jeweils im Mittel des Bestands in Abhängigkeit von den Vorgaben der Szenarien in Ansatz gebracht werden. Dieses Verfahren wurde gewählt, weil Investitionszyklen für Elektroanwendungen und Geräte wesentlich kürzer sind als die Sanierungszyklen der Gebäude. Die deutlichen Unterschiede innerhalb der unterschiedlichen Nutzungsarten zeigen sich insbesondere in den Bereichen Industrie, Handel und Gastgewerbe sowie im Gesundheitsbereich. Für alle Nutzungsarten gilt, dass die Bedarfswerte in Abhängigkeit von den individuellen Nutzern sehr stark abweichen können.

Tabelle 34 Resultierende mittlere Strombedarfswerte für den Gesamtbestand hinsichtlich der drei Szenarien für die unterschiedlichen Nutzungsarten [kWh/(m²a)]

Büro / Verwaltung	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Referenzszenario	30,0	29,5	29,0	28,5	28,0	27,5	27,0	26,5	26,0
Klimaschutzszenario	30,0	24,2	22,0	20,5	19,0	17,5	16,0	15,0	14,0
Best Practice Szenario	30,0	21,4	18,0	16,5	15,0	14,0	13,0	12,3	11,5
Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude									
Referenzszenario	275,4	270,8	266,2	261,6	257,0	252,5	247,9	243,3	238,7
Klimaschutzszenario	275,4	222,5	202,0	188,2	174,4	160,7	146,9	137,7	128,5
Best Practice Szenario	275,4	196,1	165,2	151,5	137,7	128,5	119,3	112,5	105,6
Landwirtschaftliche Betriebsgebäude									
Referenzszenario	15,0	14,8	14,5	14,3	14,0	13,8	13,5	13,3	13,0
Klimaschutzszenario	15,0	12,1	11,0	10,3	9,5	8,8	8,0	7,5	7,0
Best Practice Szenario	15,0	10,7	9,0	8,3	7,5	7,0	6,5	6,1	5,8
Handel und Gastgewerbe									
Referenzszenario	90,0	88,5	87,0	85,5	84,0	82,5	81,0	79,5	78,0
Klimaschutzszenario	90,0	72,7	66,0	61,5	57,0	52,5	48,0	45,0	42,0
Best Practice Szenario	90,0	64,1	54,0	49,5	45,0	42,0	39,0	36,8	34,5
Kultur, Bildung, Sport, Freizeit									
Referenzszenario	21,0	20,7	20,3	20,0	19,6	19,3	18,9	18,6	18,2
Klimaschutzszenario	21,0	17,0	15,4	14,4	13,3	12,3	11,2	10,5	9,8
Best Practice Szenario	21,0	15,0	12,6	11,6	10,5	9,8	9,1	8,6	8,1
Gesundheit, Soziales, Kirchen									
Referenzszenario	66,0	64,9	63,8	62,7	61,6	60,5	59,4	58,3	57,2
Klimaschutzszenario	66,0	53,3	48,4	45,1	41,8	38,5	35,2	33,0	30,8
Best Practice Szenario	66,0	47,0	39,6	36,3	33,0	30,8	28,6	27,0	25,3

Für die Kennwerte bei den jeweiligen Referenzszenarien wurden in Abstimmung mit FfE eher geringe Reduktionspotenziale bis 2050 angenommen. Die Begründung dafür liegt darin, dass zwar eine kontinuierliche Effizienzsteigerung bei den Prozessen gegeben ist, der erhöhte Umsatz diesen Effekt jedoch ausgleicht.

Nach Ansicht des Autors ist allerdings die Notwendigkeit gegeben, in allen Sektoren deutliche Reduktionspotenziale zu erschließen. Dies kann für zahlreiche Sektoren anhand durchgeführter Beispiele wie für die Nutzungen Büro / Verwaltung, Landwirtschaftliche Betriebsgebäude, Handel, Gastgewerbe, Kultur, Bildung, Sport und Freizeit sowie für Gesundheit, Soziales und Kirchen nachgewiesen werden [ENOB 2012, Voss 2006, PHI 1998-2011]. Bei den dokumentierten Beispielen wurden Einsparungen erzielt, die im Best Practice Szenario als Grundlage gewählt wurden. Am schwierigsten sind diese Effekt im Bereich Fabrikgebäude, d. h. im industriellen Bereich zu belegen, da die Produktionsprozesse sehr individuell geprägt sind. Aus strategischer Sicht muss an dieser Stelle hinterfragt werden, ob eine Selbstverpflichtung oder verbindliche Reduktionsziele in diesem Segment als sinnvolles mittel- und langfristiges Instrumentarium zu sehen sind. Insbesondere zu diesem Sektor werden deshalb noch folgende Aspekte aufgeführt:

Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht in der Steigerung der Energieeffizienz für die Industrie eine Schlüsselfrage und sagt aus: „In der deutschen Industrie besteht nach wissenschaftlichen Studien ein wirtschaftliches Einsparpotential von jährlich 10 Mrd. €.“ [BMWi/BMU 2010] Umgerechnet auf Nürnberg beträgt dieses Potenzial jährlich 61 Mio. €.

Energiemanagementsysteme nach internationalen anerkannten Normen (EN 16001, ISO 50001) sollen laut Energiekonzept des Bundes dazu dienen „systematisch Verbesserungschancen in betrieblichen Energieversorgungssystemen zu identifizieren und unter Berücksichtigung der jeweiligen Kosten zu erschließen.“ [BMWi/BMU 2010]

Wenn das Eckpunktepapier der Bundesregierung zur Energiewende vom 6. 6. 2011 aussagt „Insbesondere wollen wir bis 2020 die Treibhausgasemissionen um 40 %, bis 2030 um 55 %, bis 2040 um 70 % und bis 2050 um 80 % bis 95 % jeweils gegenüber 1990 reduzieren“ [BMU 2011], so hat dies einschneidende Anforderungen an die Effizienz- und Versorgungsseite aller Sektoren, also auch des Bereichs der industriellen Produktion und des Handwerks.

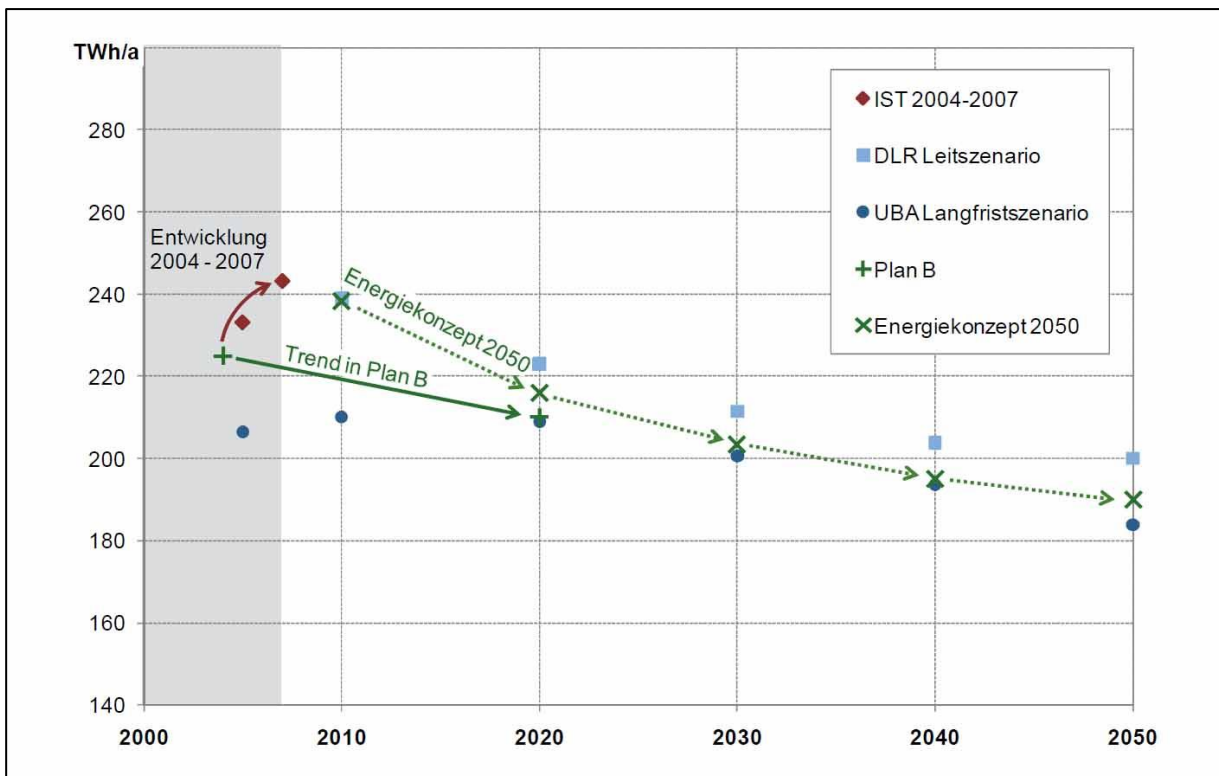


Abbildung 43 Strombedarf der Industrie und Entwicklung bis 2050 im Greenpeace-Szenario und anderen Studien [Greenpeace 2007, BMU 2008, BMWI 2009, UBA 2002] in Plan B 2050 [Greenpeace 2009]

4.5 Sanierungs-, Neubau- und Abrissquote

4.5.1 Sanierungsquote

Die auf den Bestand bezogene jährliche Sanierungsquote stellt auch für den Nichtwohnungsbau einen wesentlichen Parameter in der Berechnung dar. Während beim Wohnungsbau die Gewichtung der einzelnen Jahrgangsstufen beachtet werden muss, kann bei der Systematik der Nutzungsarten für die Nichtwohnbauten eine lineare Sanierungsquote für die Berechnungen angenommen werden.

Die Szenarien (vgl. Grundlagen in Kap. 2.3) werden mit gewichteten Sanierungsquoten verbunden, um die unterschiedlichen Auswirkungen möglichst anschaulich darzustellen:

1. Referenzszenario mit 1,2 % Sanierungsquote
2. Klimaschutzszenario mit 1,0 % Sanierungsquote
3. Klimaschutzszenario mit 1,5 % Sanierungsquote
4. Klimaschutzszenario mit 2,0 % Sanierungsquote
5. Best Practice Szenario mit 2,0 % Sanierungsquote
6. Best Practice Szenario mit 2,5 % Sanierungsquote.

4.5.2 Abriss

Aufbauend auf Werten des Statistischen Amtes Nürnberg in Verbindung mit der Quellenrecherche in [Vallentin 2011] wurde die Grundlage analog zur Entwicklung aus dem Wohnungsbau gewählt und dabei für einzelne Sektoren eine besondere Gewichtung veranschlagt. Die Entwicklung der daraus resultierenden Ansätze für die Abrissquoten im Gutachten wird für unterschiedliche Nutzungen in der folgenden Tabelle dargestellt. Insbesondere die Bereiche Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäude sowie Büro- / Verwaltungsgebäude sowie Gebäude aus dem Bereich Handel und Gastgewerbe wurden mit einer erhöhten Abriss- und Neubauquote angenommen.

Tabelle 35 Entwicklung der Abrissquoten für unterschiedliche Nutzungen; insbesondere die Bereich Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäude sowie Büro- / Verwaltungsgebäude sowie Gebäude aus dem Bereich Handel und Gastgewerbe wurden mit einer erhöhten Abriss- und Neubauquote angenommen

	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Büro / Verwaltung	0,84%	0,91%	0,92%	0,97%	1,06%	1,12%	1,22%	1,40%	1,58%
Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude	1,16%	1,26%	1,28%	1,35%	1,47%	1,56%	1,70%	1,94%	2,20%
Landwirtschaftliche Betriebsgebäude	0,47%	0,51%	0,51%	0,54%	0,59%	0,62%	0,68%	0,78%	0,88%
Handel und Gastgewerbe	0,93%	1,01%	1,02%	1,08%	1,18%	1,25%	1,36%	1,55%	1,76%
Kultur, Bildung, Sport, Freizeit	0,47%	0,51%	0,51%	0,54%	0,59%	0,62%	0,68%	0,78%	0,88%
Gesundheit, Soziales, Kirchen	0,47%	0,51%	0,51%	0,54%	0,59%	0,62%	0,68%	0,78%	0,88%

4.5.3 Neubau

Die Neubautätigkeit wurde ebenfalls auf Basis der Zahlen des Statistischen Amtes der Stadt Nürnberg gewichtet. Darüber hinaus erfolgte eine Fortschreibung auf Basis der Einwohnerentwicklung, der oben beschriebenen Kennzahlen für die Abrisstätigkeit sowie einer Gewichtung nach Sektoren. Die relative Neubautätigkeit wird in den Bereichen Büro / Verwaltung und Handel / Gastgewerbe eher höher angesetzt und im Bereich Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäude etwas niedriger. Das Ergebnis wird in der Tabelle zusammengefasst sowie in der Abbildung (s. Kapitel 4.2) visualisiert in Relation zur Entwicklung des sonstigen Gebäudebestands.

Tabelle 36 Kumulative Neubaufäche ab 2011 in m² Nutzfläche

	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Neubau Büro / Verwaltung	47.181	242.932	482.026	716.123	959.950	1.211.117	1.465.364	1.737.997	2.023.414
Neubau Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäude	37.242	190.450	374.652	551.800	732.865	915.581	1.096.470	1.285.748	1.478.462
Neubau Handel und Gastgewerbe	57.769	296.866	587.592	870.790	1.164.175	1.464.624	1.766.834	2.088.641	2.422.875
Neubau Sonstige	98.217	694.679	1.373.957	1.832.201	2.249.042	2.445.843	2.599.440	2.756.019	2.925.049

4.6 Entwicklung des Wärmebedarfs für Heizen und Prozesswärme

Der Verlauf des Heizwärmebedarfs wird für drei Szenarien dargestellt und umfasst die Bereiche Heizen, Warmwasserbereitung und Prozesswärme. Die spezifischen Kennwerte, die diesen Szenarien zugrunde liegen, basieren auf den Überlegungen in Kapitel 4.4.1. Die Annahmen zu den Szenarien und Sanierungsquoten werden in Kapitel 4.5.1 erläutert.

4.6.1 Referenzszenario

Werden die Kennwerte des Referenzszenarios in die Berechnung eingegeben und eine jährliche Sanierungsquote von 1,2 Prozent des Bestandes in Ansatz gebracht, so reduziert sich der Heizwärmebedarf für den Bestand von 2011 bis 2050 um 38,1 Prozent auf 2.101.899 MWh/a.

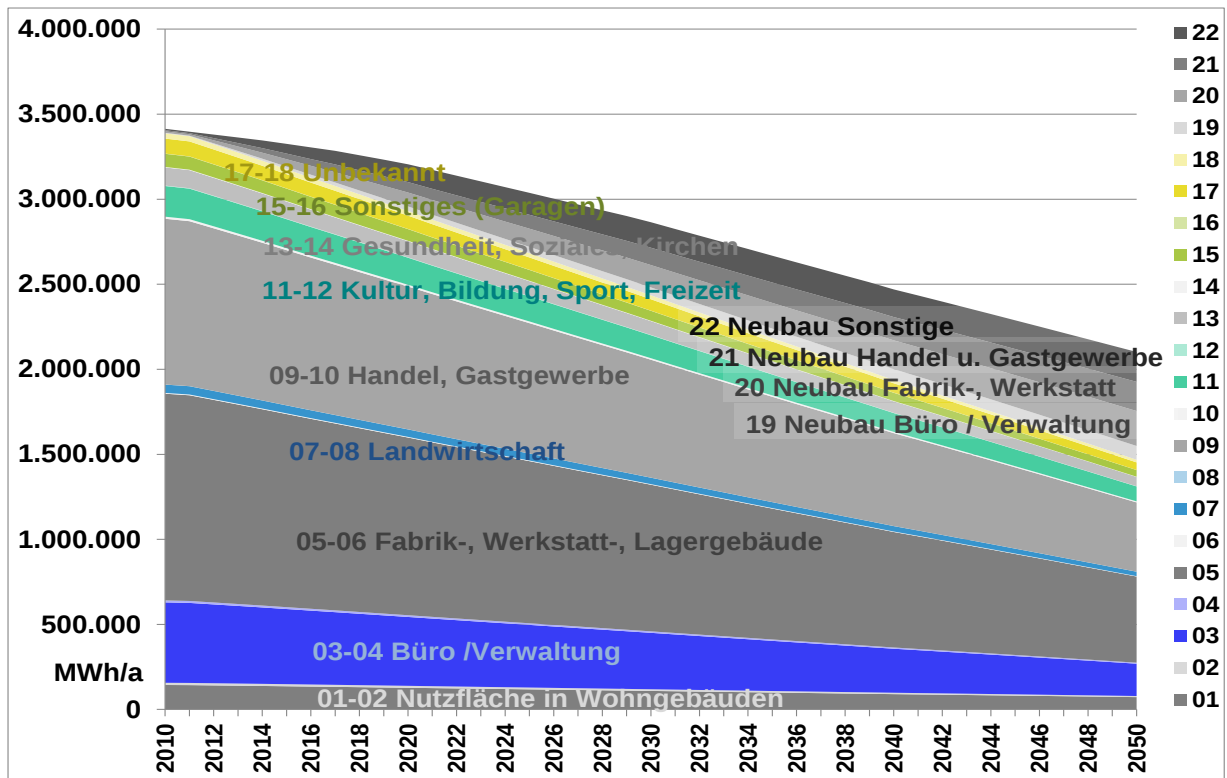


Abbildung 44 Entwicklung des Wärmebedarfs für Heizen und Prozesswärme nach dem Referenzszenario mit 1,2 Prozent Sanierungsquote

4.6.2 Klimaschutzszenario

Bei Ansatz der verbesserten technischen Werte des Klimaschutzszenarios wurden drei Sanierungsquoten durchgerechnet:

- Bei einer jährlichen Sanierung von 1,0 Prozent des Bestandes reduziert sich der Heizwärmebedarf von 2011 bis 2050 um 46,6 Prozent auf 1.728.594 MWh/a
- Bei einer jährlichen Sanierung von 1,5 Prozent des Bestandes vermindert sich der Heizwärmebedarf von 2011 bis 2050 um 54,9 Prozent auf 1.455.994 MWh/a
- Bei einer jährlichen Sanierung von 2,0 Prozent des Bestandes ist die Reduktion des Heizwärmebedarf am höchsten und verändert sich von 2011 bis 2050 um 63,3 Prozent auf 1.183.394 MWh/a

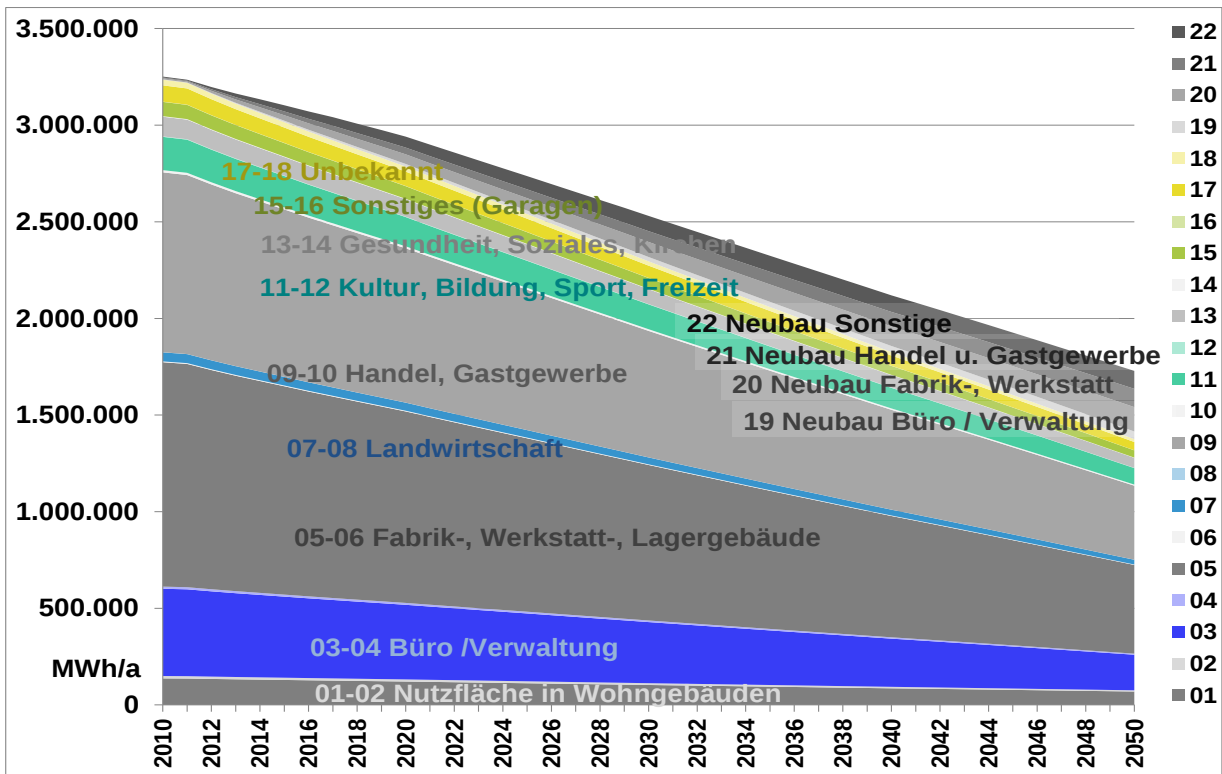


Abbildung 45 Entwicklung des Wärmebedarfs für Heizen und Prozesswärme nach dem Klimaschutzenszenario mit 1,0 Prozent Sanierungsquote

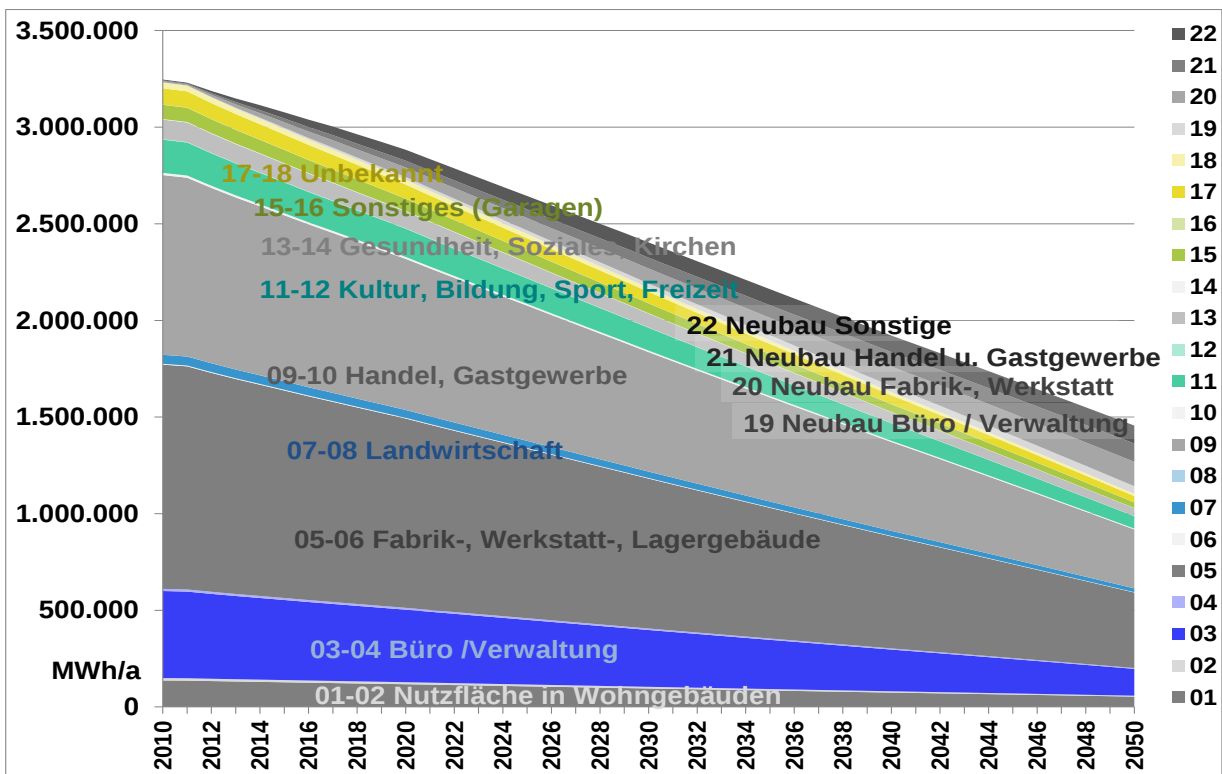


Abbildung 46 Klimaschutzenszenario mit 1,5 Prozent Sanierungsquote für die Entwicklung des Wärmebedarfs (Heizen und Prozesswärme)

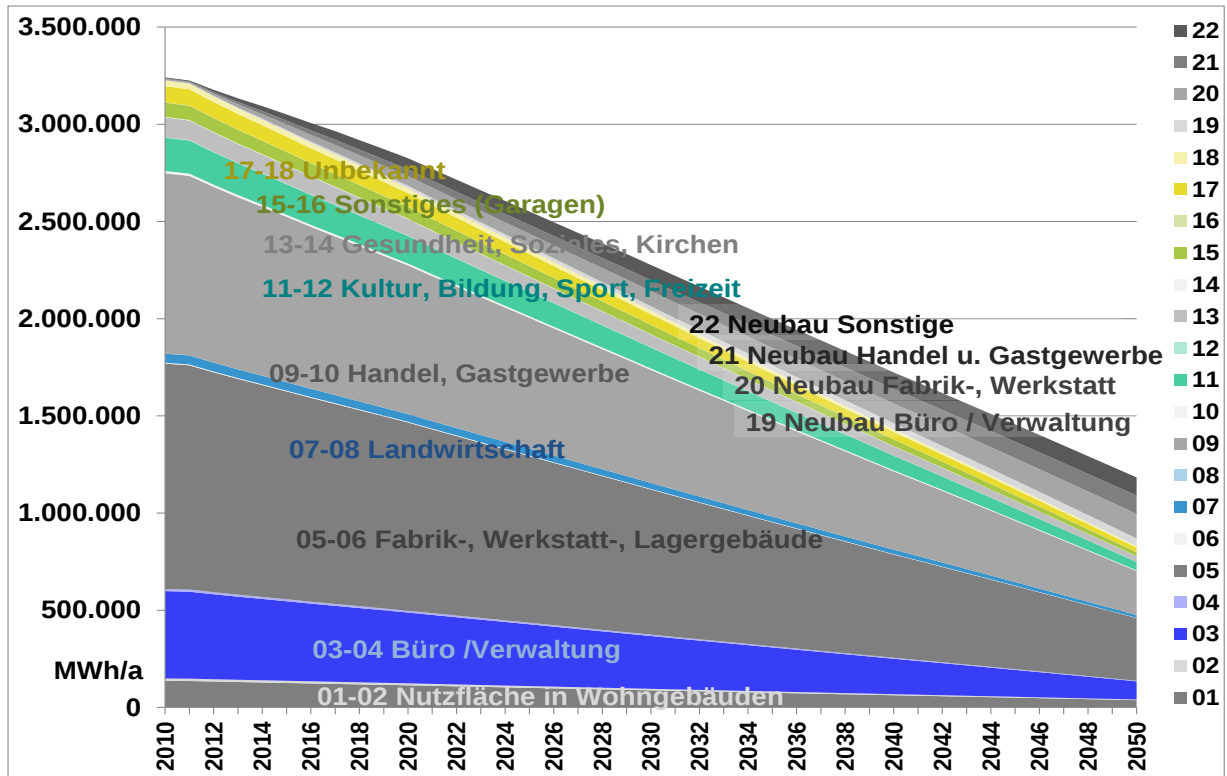


Abbildung 47 Klimaschutzszenario mit 2,0 Prozent Sanierungsquote für die Entwicklung des Wärmebedarfs (Heizen und Prozesswärme)

4.6.3 Best Practice Szenario

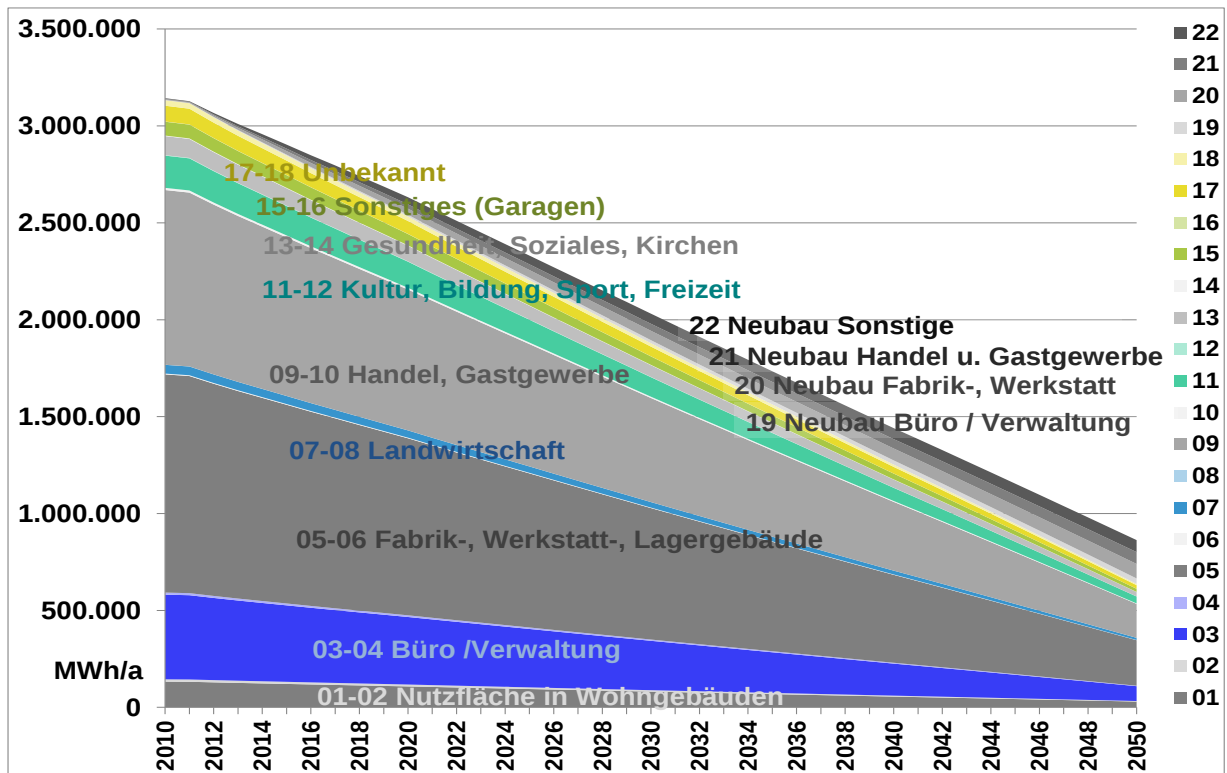


Abbildung 48 Best Practice Szenario mit 2,0 Prozent Sanierungsquote für die Entwicklung des Wärmebedarfs (Heizen und Prozesswärme)

Für das Best Practice Szenario wurden Berechnungen für zwei Sanierungsquoten durchgeführt:

- Bei einer jährlichen Sanierung von 2,0 Prozent des Bestandes reduziert sich der Heizwärmebedarf von 2011 bis 2050 um 72,4 Prozent auf 863.041 MWh/a
- Eine mittlere jährliche Sanierung von 2,5 Prozent des Bestandes stellt nur eine theoretische Option dar, da die vollständige Erfassung aller Gebäude innerhalb von vierzig Jahren realistisch kaum durchführbar ist. Dieser theoretische Fall lässt aber erkennen, welches technische Potenzial gegeben ist mit einer Reduktion des Heizwärmebedarfs um 82,2 Prozent auf 555.571 MWh/a von 2011 bis 2050.

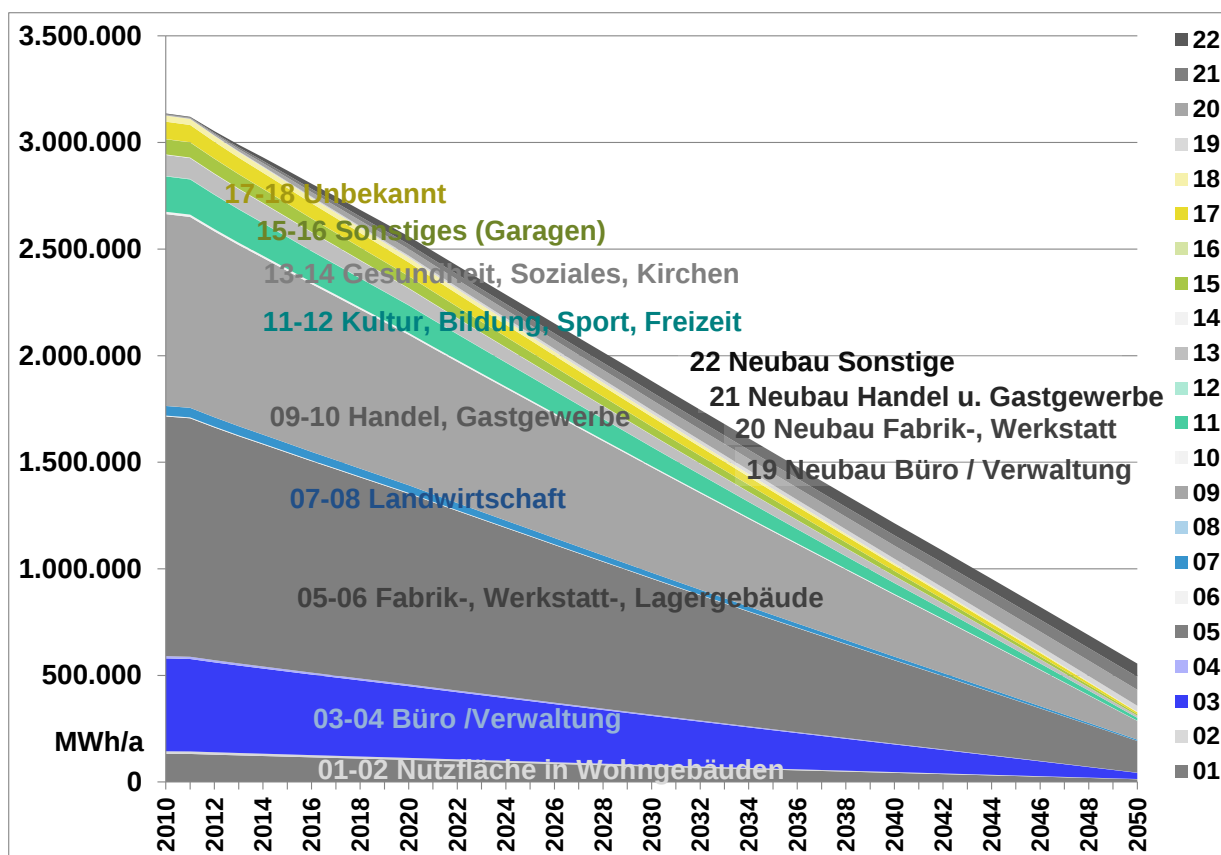


Abbildung 49 Best Practice Szenario mit 2,5 Prozent Sanierungsquote für die Entwicklung des Wärmebedarfs (Heizen und Prozesswärme)

Als Zusammenfassung der Szenarien werden in der folgenden Abbildung die Ergebnisse der jeweiligen Reduktionen zusammengefasst.

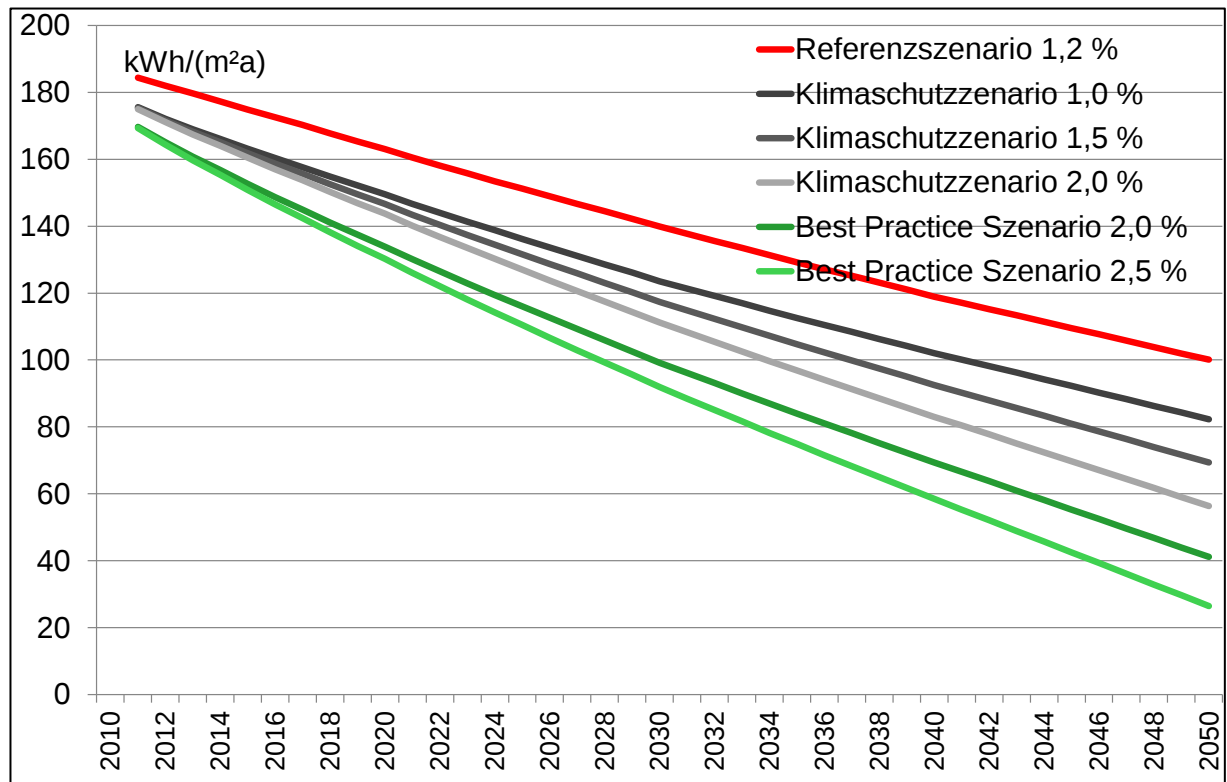


Abbildung 50 Entwicklung des mittleren spezifischen Heizwärmebedarfs für den Nichtwohngebäudebestand in Nürnberg in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Szenarien in kWh/(m²a)

4.7 Entwicklung des Strombedarfs inkl. Kühlen 2011 – 2050

Der Strombedarf umfasst die Stromanwendungen in den Gebäuden, angefangen von Gerätenutzungen, Belichtung über Hilfsstrom bis hin zur Kühlung. Die spezifischen Kennwerte werden im Kapitel 4.4.2 für die Kühlung und Kapitel 4.4.3 für die sonstigen Stromanwendungen beschrieben. Dabei liegen die spezifischen Ausgangs-Kennwerte für die unterschiedlichen Nutzungsarten sehr weit auseinander. Für Büro- und Verwaltungsbauten wird von einem Wert von 30 kWh/(m²a) ausgegangen. Bei Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäuden liegt der Strombedarf inklusive des produktionsbedingten Bedarfs im Mittel am höchsten bei 275 kWh/(m²a). Mit 90 kWh/(m²a) bewegen sich auch Gebäude aus dem Bereich Handel und Gastgewerbe in einem relativ hohen Segment ebenso wie Bauten aus den Bereichen Gesundheit, Soziales, Kirchen mit 66 kWh/(m²a).

Folgende Szenarien werden im Folgenden dargestellt:

1. Referenzszenario
2. Klimaschutzszenario
3. Best Practice Szenario

4.7.1 Referenzszenario

Wie bereits in Kapitel 4.4.3 erläutert, wurden für die Kennwerte beim Referenzszenario in Abstimmung mit FfE eher geringe Reduktionspotenziale für die Entwicklung des Strombedarfs bis 2050 von gut 10 Prozent angenommen. Hinsichtlich der Begründung wird zwar eine kontinuierliche Effizienzsteigerung bei den Prozessen gesehen. Der erhöhte Umsatz gleicht diesen Effekt jedoch weitgehend aus. In der Grafik muss diesbezüglich beachtet werden, dass die Reduktion der einzelnen Nutzungsarten durch den Neubau zum Teil wieder aufgehoben wird.

Eine höhere Effizienz wirkt im Bereich Kühlung, bei der eine Reduktion sowohl hinsichtlich des Bedarfs von bis zu 50 % bis 2050 angenommen wird als auch zusätzlich hinsichtlich der Arbeitszahl der Kühlttechnik um ebenfalls etwa 50 %.

Insgesamt reduziert sich deshalb der Strombedarf für das Referenzszenario bis zum Jahr 2050 um 21,8 Prozent auf 1.745.482 MWh/a.

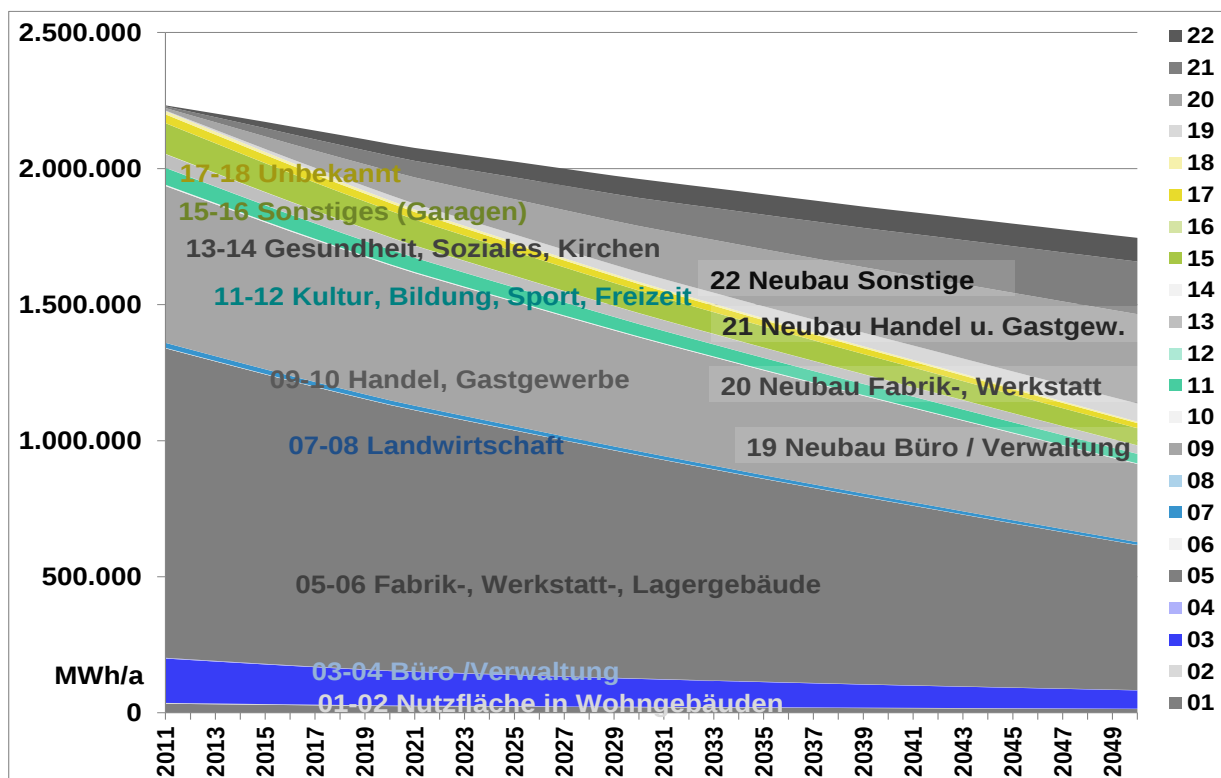


Abbildung 51 Referenzszenario für den Strombedarf inkl. Kühlung nach Nutzungsarten

4.7.2 Klimaschutzszenario

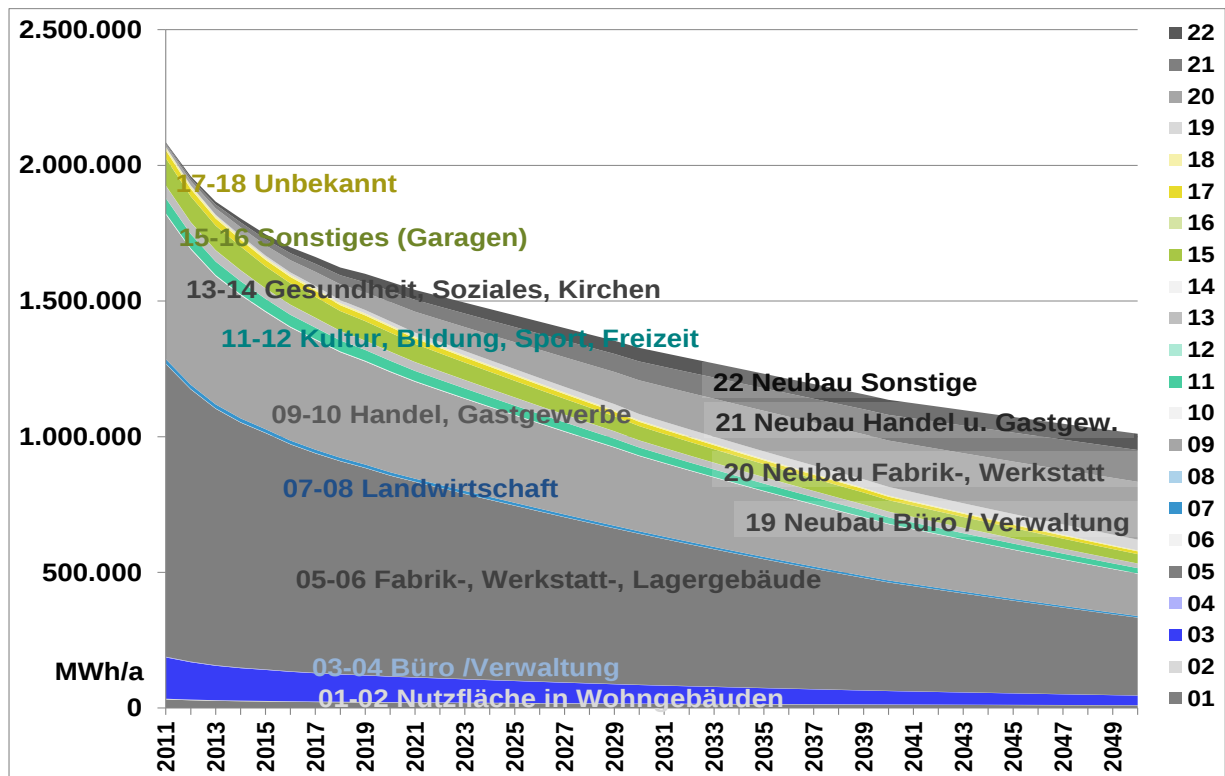


Abbildung 52 Klimaschutzszenario für den Strombedarf inkl. Kühlung nach Nutzungsarten

Für das Klimaschutzszenario wurden Kennwerte verwendet, die bereits in den ersten Jahren Maßnahmen mit hoher Effizienz voraussetzen. Dies ist aufgrund der kurzen Investitionszyklen bei den Geräten ein Ansatz mit hohem Klimaschutzpotenzial bei eher geringen zusätzlichen Investitionskosten. Unter dieser Maßgabe verringert sich der Strombedarf beim Klimaschutzszenario sich von 2011 bis 2050 um 51,5 Prozent auf 1.010.882 MWh/a. Voraussetzung ist allerdings ein umfangreiches strategisches Maßnahmenpaket zur Marktdurchdringung, das weit über die technischen Aspekte hinausgeht (vgl. Kap. 10.2.3).

4.7.3 Best Practice Szenario

Das Best Practice Szenario setzt voraus, dass bei jeder neuen Investition in den Bereichen der Elektroausstattung von den Geräten über die Belichtung bis zu Hilfsstromanwendungen und zur Kühlung jeweils konsequent Top-Runner-Technik zur Anwendung kommt. In keinem Sektor ist dies so effizient durchzuführen wie im Elektro-Sektor. Dies gilt grundsätzlich auch für die industriellen Stromanwendungen, die bei diesem Szenario im Mittel von 275 kWh/(m²a) im Jahr 2010 auf 105 kWh/(m²a) 2050 sinken.

Der Strombedarf reduziert sich beim Best Practice Szenario von 2011 bis 2050 um 60,2 Prozent auf 801.654 MWh/a.

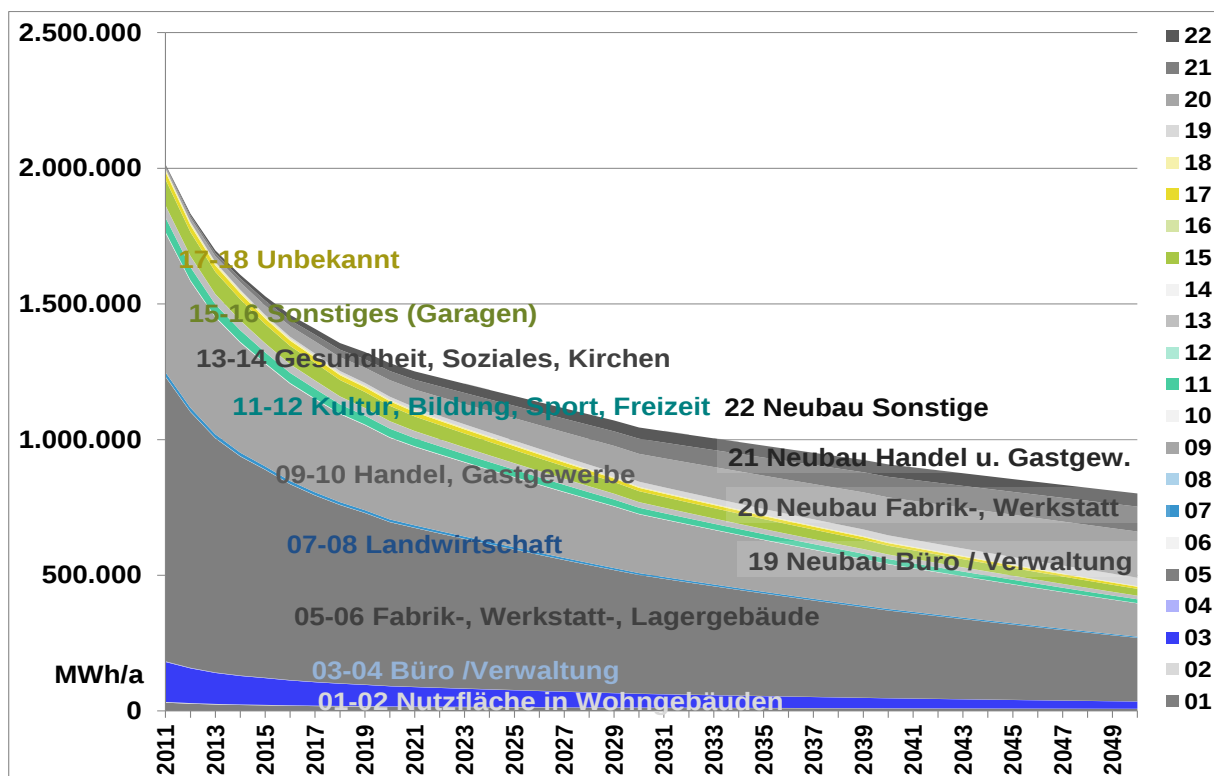


Abbildung 53 Best Practice Szenario für den Strombedarf inkl. Kühlung nach Nutzungsarten

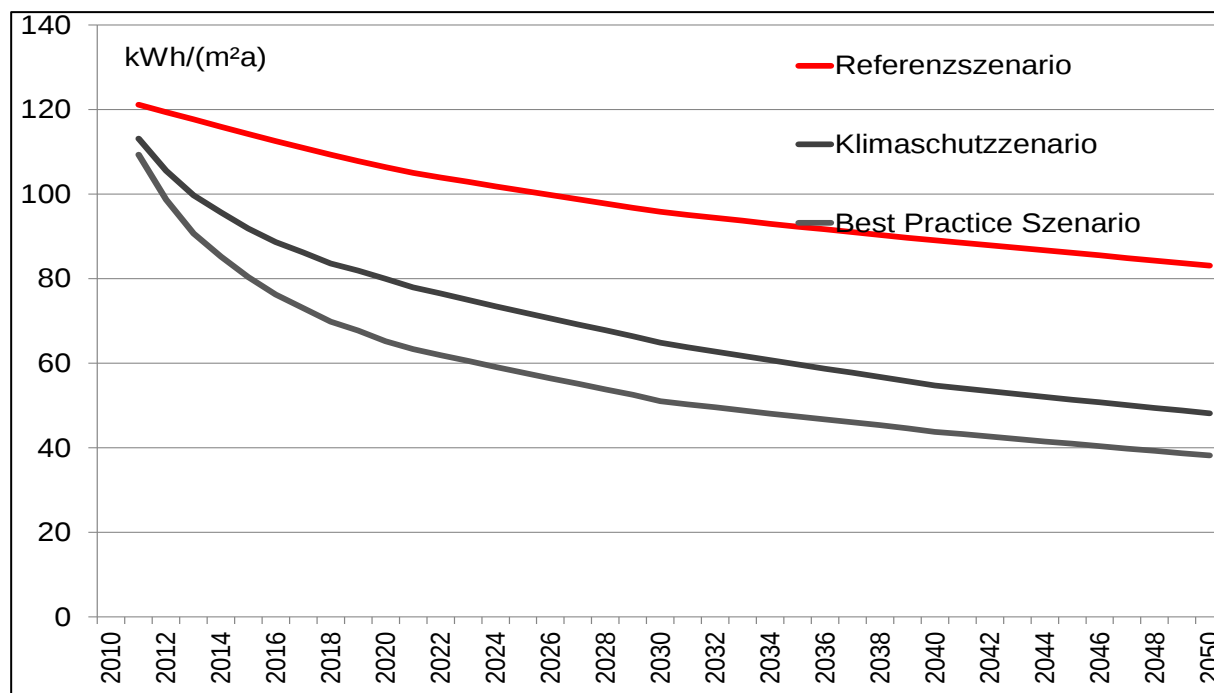


Abbildung 54 Spezifischer Strombedarf inkl. Kühlung nach Nutzungsarten für die drei Szenarien in kWh/(m²a)

In der obigen Abbildung werden die Ergebnisse der drei Szenarien in der Übersicht zusammengestellt. Klimaschutz- und Best Practice-Szenario zeichnen sich dadurch aus, dass insbesondere in den ersten Jahren die leicht erschließbaren Potenziale sehr konsequent

durch hocheffiziente Komponenten mit einem guten Kosten-Nutzen-Verhältnis erschlossen werden.

4.8 Kosten, volkswirtschaftliche Aspekte und Förderaspekte

In Kapitel 3.3 werden Kostenbetrachtungen zur energetischen Sanierung des Wohngebäudebestandes beschrieben und Ableitungen für die individuellen Maßnahmen dargestellt. Die energetische Berechnungsmatrix eignet sich hervorragend zum Hinterlegen der Maßnahmenpakete mit diesen spezifischen Kostenannahmen. Damit können die resultierenden Kosten in einfacher Form hochgerechnet und Aussagen zu volkswirtschaftlichen Effekten sowie Konjunkturimpulsen unterschiedlicher Szenarien erfolgen.

Die Kostenannahmen für die Wohngebäude werden in den Datenblättern der Typologie nach DIN 276 pro Quadratmeter Wohnfläche entsprechend der wesentlichen Kostengruppen aufgelistet. In der folgenden Tabelle werden die Kennwerte für die wesentlichen Nutzungstypen der Nichtwohngebäude nach unterschiedlichen Szenarien dargestellt. Die Kostendifferenzen zwischen den unterschiedlichen Energiestandards fallen dabei etwas geringer aus, weil bei Nichtwohngebäuden die erhöhten Standards der Gebäudehülle bei optimierter Planung zu Teilen bei der Gebäudetechnik eingespart werden können. Für die Sanierung liegen die aktuellen spezifischen Kostenkennwerte für die Kostengruppen 200 bis 700 nach DIN 276 zwischen knapp 600 € bis über 1.500 € pro m² Nutzfläche in Abhängigkeit von der Nutzung. Erfasst sind mithin die Aufwendungen für Herrichten und Erschließen (KG 200), die Bauwerkskosten der Kostengruppen 300 und 400, die Außenanlagen (KG 500) und die Bau-nebenkosten für Planung etc. (KG 700). Die Kosten für das Baugrundstück und evtl. Stellplätze werden nicht aufgeführt. Die Neubauwerte schwanken zwischen 2.000 und knapp 2.500 €/m² und sind ebenfalls bewusst zurückhaltend gewählt worden. Gleiches gilt für die Kostensteigerung, die mit 1,5 % p. a. ebenfalls in einem sehr niedrigen Segment liegt.

Tabelle 37 Ansätze für die spezifischen Kosten pro m² Nutzfläche (Mittelwert) als Grundlage der Kostenberechnung für die wesentlichen Nutzungstypen (Kostensteigerung 1,5 % p. a.)

Kosten KG 200 – 700 €/m ² NF inkl. MWSt.	Sanierung					Neubau				
	2011	2020	2030	2040	2050	2011	2020	2030	2040	2050
Büro / Verwaltung										
Referenzszenario	1.055	1.234	1.482	1.735	2.013	2.378	2.719	3.156	3.663	4.251
Klimaschutzszenario	1.098	1.287	1.526	1.788	2.075	2.408	2.753	3.195	3.708	4.303
Best Practice Szenario	1.098	1.300	1.599	1.868	2.168	2.437	2.787	3.234	3.753	4.356
Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude										
Referenzszenario	1.455	1.701	2.042	2.390	2.774	2.025	2.316	2.687	3.119	3.619
Klimaschutzszenario	1.514	1.759	2.083	2.440	2.831	2.055	2.349	2.726	3.164	3.672
Best Practice Szenario	1.514	1.774	2.147	2.507	2.910	2.084	2.383	2.765	3.209	3.725
Landwirtschaftliche Betriebsgebäude										

Referenzszenario	588	695	847	995	1.155					
Klimaschutzszenario	623	746	893	1.051	1.220					
Best Practice Szenario	623	757	970	1.137	1.319					
Handel und Gast-gewerbe										
Referenzszenario	1.471	1.709	2.034	2.375	2.756	2.319	2.652	3.078	3.572	4.145
Klimaschutzszenario	1.514	1.763	2.078	2.428	2.818	2.349	2.686	3.117	3.617	4.198
Best Practice Szenario	1.514	1.775	2.150	2.508	2.911	2.378	2.719	3.156	3.663	4.251
Kultur, Bildung, Sport, Freizeit										
Referenzszenario	1.174	1.369	1.640	1.917	2.225					
Klimaschutzszenario	1.217	1.423	1.684	1.971	2.288					
Best Practice Szenario	1.217	1.436	1.756	2.051	2.380					
Gesundheit, Soziales, Kirchen						Sonstiges Neubau				
Referenzszenario	1.823	2.114	2.509	2.927	3.397	2.025	2.316	2.687	3.119	3.619
Klimaschutzszenario	1.870	2.169	2.552	2.980	3.458	2.055	2.349	2.726	3.164	3.672
Best Practice Szenario	1.870	2.182	2.622	3.056	3.547	2.084	2.383	2.765	3.209	3.725

4.8.1 Kosten des Referenzszenarios bei einer Sanierungsquote von 1,2 %

Die folgende Abbildung zeigt die jährlichen Sanierungs- und Neubaukosten für das Referenzszenario bei einer Sanierungsquote von 1,2 % im Jahr. Die Quote der Neubaumaßnahmen liegt für diese Sanierungstätigkeit eher ein wenig zu hoch.

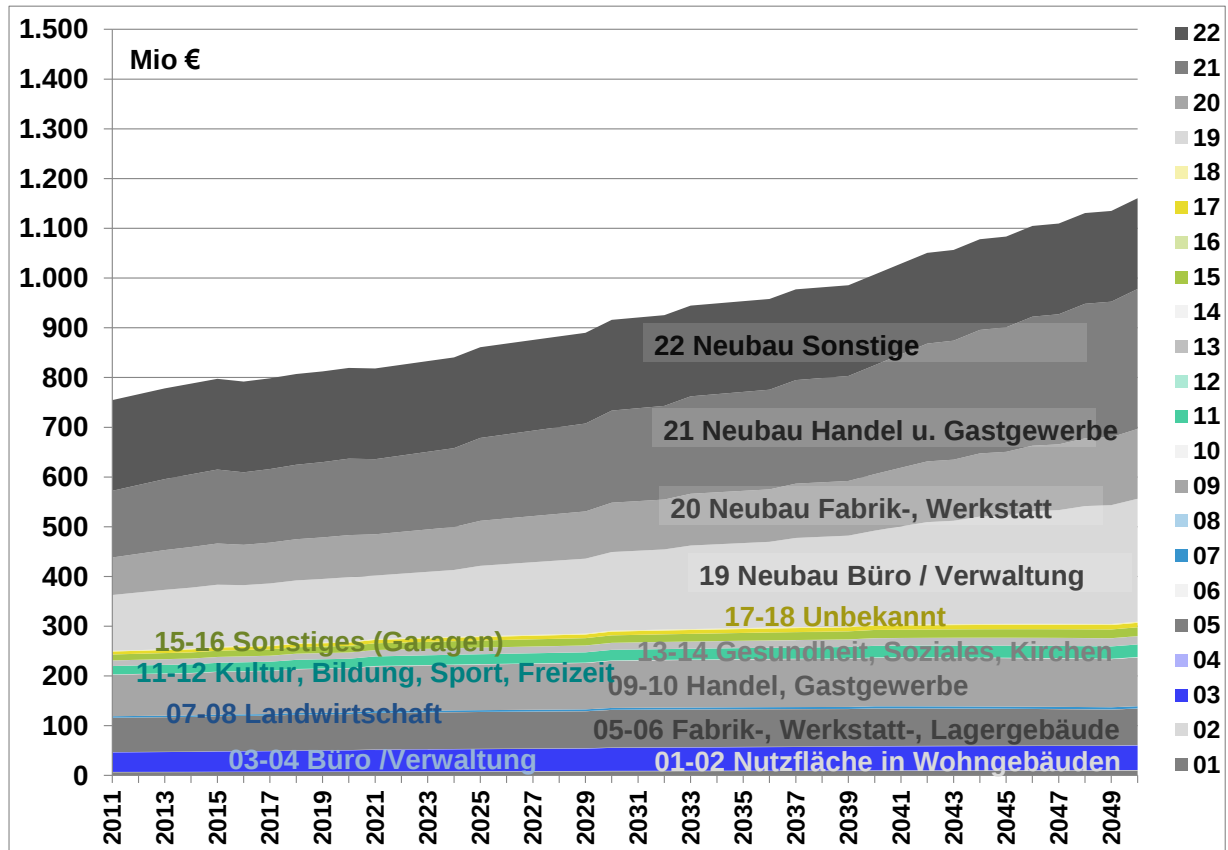


Abbildung 55 Jährliche Sanierungs- und Neubaukosten für das Referenzszenario bei einer Sanierungsquote von 1,2 % des Bestandes jährlich; Ansatz für die Neubauten in diesem Fall eher zu hoch

4.8.2 Kosten des Klimaschuttszenarios bei einer Sanierungsquote von 1,5 %

Die jährlichen Sanierungs- und Neubaukosten für das Klimaschuttszenario bei einer Sanierungsquote von 1,5 % im Jahr liegen für Nürnberg bei etwa 830 Mio. € im Jahr 2011 und steigen bis zum Jahr 2050 auf 1,25 Mrd. € pro Jahr.

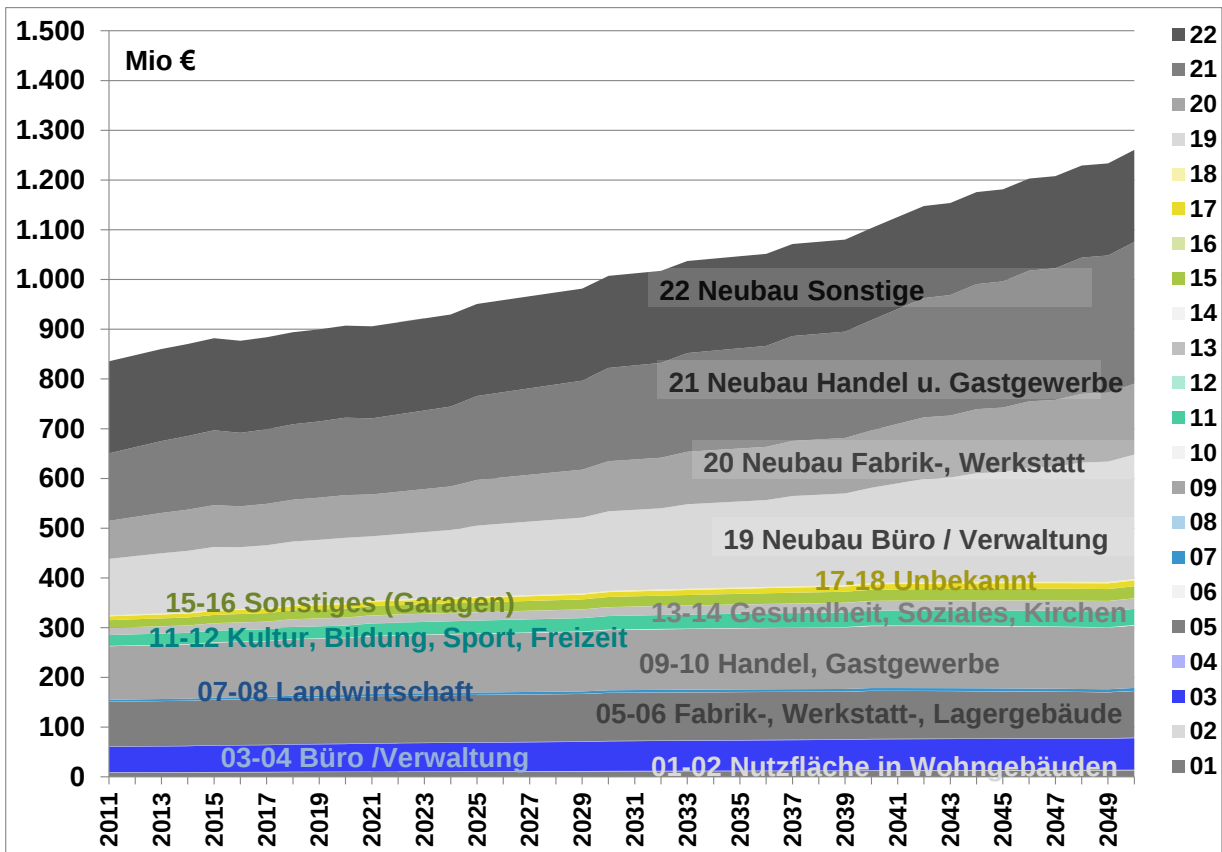


Abbildung 56 Jährliche Sanierungs- und Neubaukosten für das Klimaschutzszenario bei einer Sanierungsquote von 1,5 % des Bestandes jährlich

4.8.3 Kosten des Best Practice Szenarios bei einer Sanierungsquote von 2,0 %

Für das Best Practice Szenario liegen die jährlichen Sanierungs- und Neubaukosten bei einer Sanierungsquote von 2,0 % im Jahr für Nürnberg bei gut 950 Mio. € im Jahr 2011 und steigen bis zum Jahr 2050 auf über 1,4 Mrd. € pro Jahr.

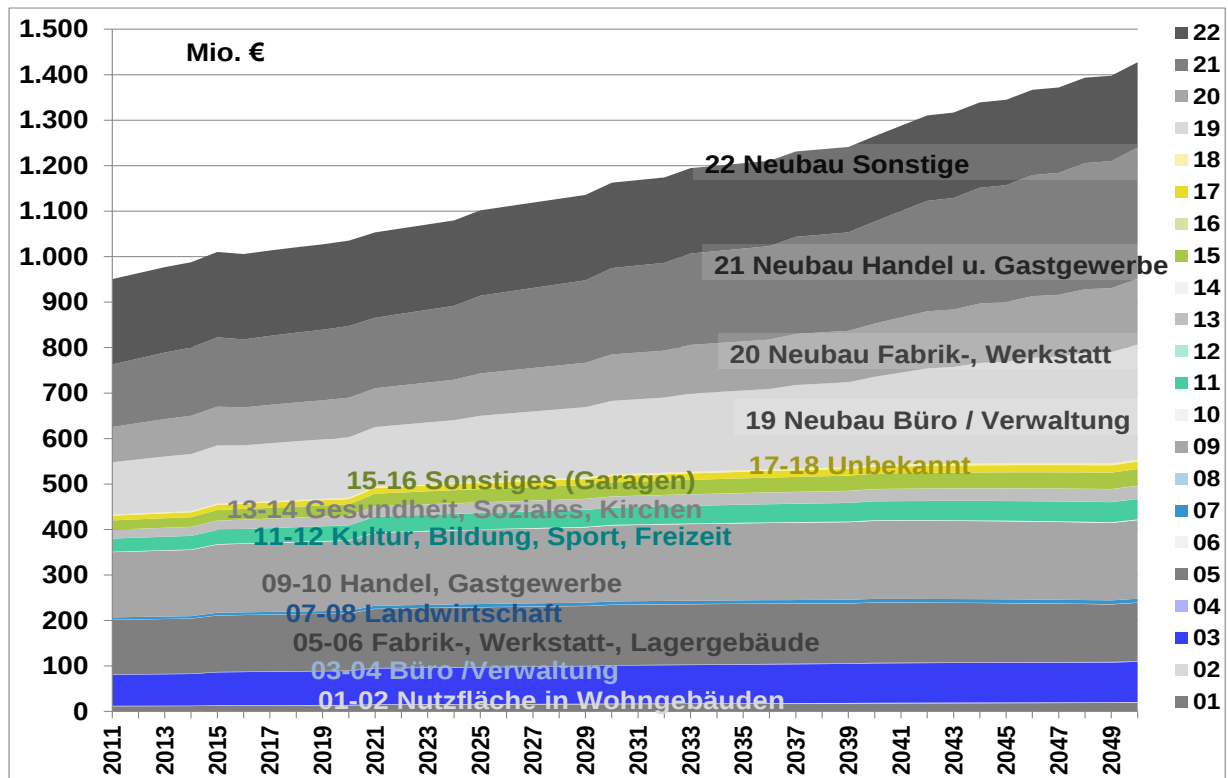


Abbildung 57 Jährliche Sanierungs- und Neubaukosten für das Best Practice Szenario bei einer Sanierungsquote von 2,0 % des Bestandes jährlich;

4.8.4 Konjunkturreffekt erhöhter Standards und Sanierungsquoten

In der folgenden Abbildung werden die Sanierungskosten der drei dargestellten Szenarien gegenübergestellt. Der jährliche Konjunkturreffekt für das Best Practice Szenario mit 2 % jährlicher Sanierungsquote gegenüber dem Referenzszenario mit 1,2 % Sanierungsanteil beträgt für die Nichtwohnbauten in Nürnberg 240 Mio. € im Jahr. Das heißt, allein im Bereich des Nichtwohnbaus kann jährlich durch die erhöhten Anstrengungen bei der energetischen Sanierung eine viertel Mrd. € mehr umgesetzt werden. Diese Leistungen werden zu großen Teilen durch die regionale Wirtschaft erbracht.

Bei volkswirtschaftlichen Gesamtbetrachtungen wird davon ausgegangen, dass mindestens 35 % dieses Mehrumsatzes direkt dem Staat zugutekommt aufgrund der Mehrwertsteuereinnahmen, zusätzlicher Steuermehreinnahmen im Bereich der Einkommens- und Lohnsteuer sowie der Sozialkosten und Arbeitsmarkteffekte. Es sollte untersucht werden, welche Auswirkungen für den städtischen Haushalt gegeben sind und welche Anreize in Form von kommunalen Förderprogrammen diese Mehreinnahmen rechtfertigen würden. Es ist als sicher anzunehmen, dass ein jährliches Fördervolumen in Höhe von 10 bis 20 Mio. € sehr gut investiertes Fördergeld mit hoher Hebelwirkung darstellt.

Zur Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen und insbesondere zu den erforderlichen strategischen Ansätzen zur breitenwirksamen Umsetzung sollte ein gesondertes Gutachten erstellt werden, um das sehr hohe Potenzial dieses Sektors zu erschließen.

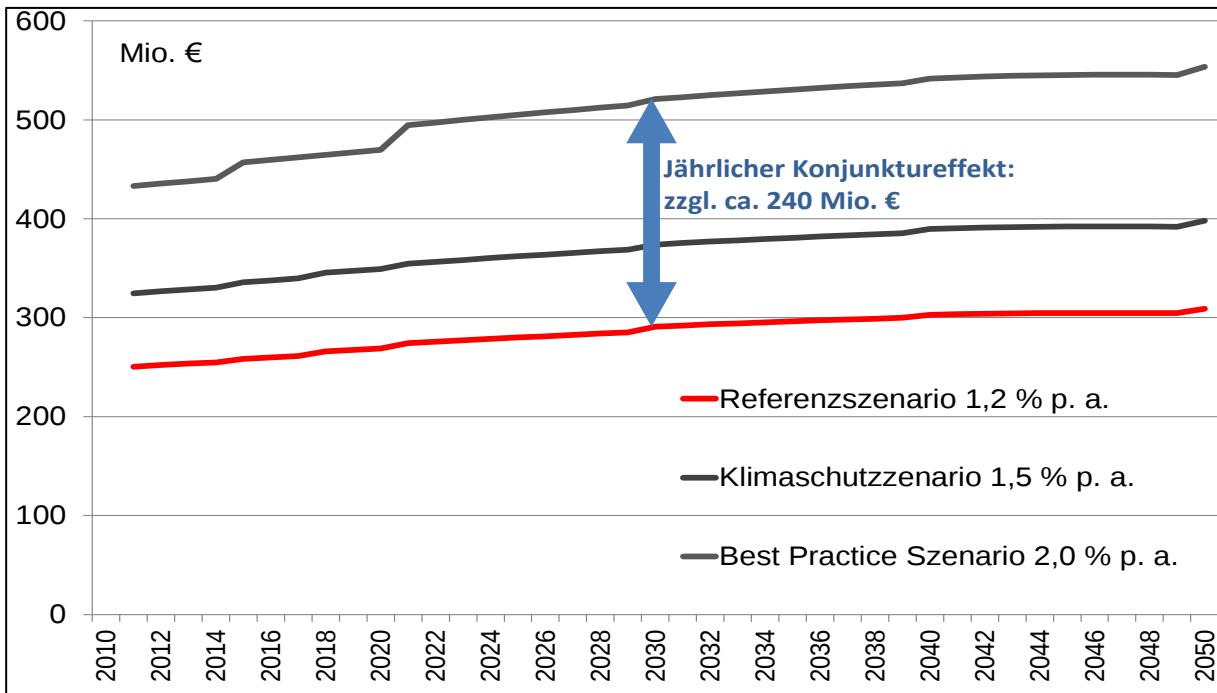


Abbildung 58 Durch eine erhöhte Sanierungsquote von 2,0 statt der bisherigen 1,2 % p. a. wird ein zusätzlicher Konjunkturimpuls von 240 Mio. € pro Jahr bei den Nichtwohngebäuden erzielt (nur Sanierungsmaßnahmen ohne Neubau)

5 Zusammenstellung der Ergebnisse für die Entwicklung des Energiebedarfs

(Dieses Kapitel wurde von Schulze Darup & Partner verfasst.)

Die differenzierte Betrachtungsweise des Wohn- und Nichtwohnbaus ermöglicht Sensitivitätsanalysen zu verschiedenen Fragestellungen, um Maßnahmenpakete zum Klimaschutz gezielt konfigurieren zu können. Ebenso wichtig ist aber der Gesamtüberblick. Inwieweit ist es in Nürnberg möglich, die Klimaschutzziele der Bundesregierung bis 2050 umzusetzen? Die Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Kapitel 3 und 4 werden im Folgenden in Tabellen und Diagrammen dargestellt.

5.1.1 Referenzszenario

Das Referenzszenario stellt einen Entwicklungspfad dar, der insbesondere in den Jahren 2012 bis 2020 eher zurückhaltende Klimaschutzmaßnahmen vorsieht. Die Annahmen führen in Verbindung mit einer durchschnittlichen jährlichen Sanierungsquote von 1,2 % zu einem Endenergiebedarf, der von 10.431 GWh im Jahr 2010 um 34,1 Prozent auf 6.875 GWh/a sinkt.

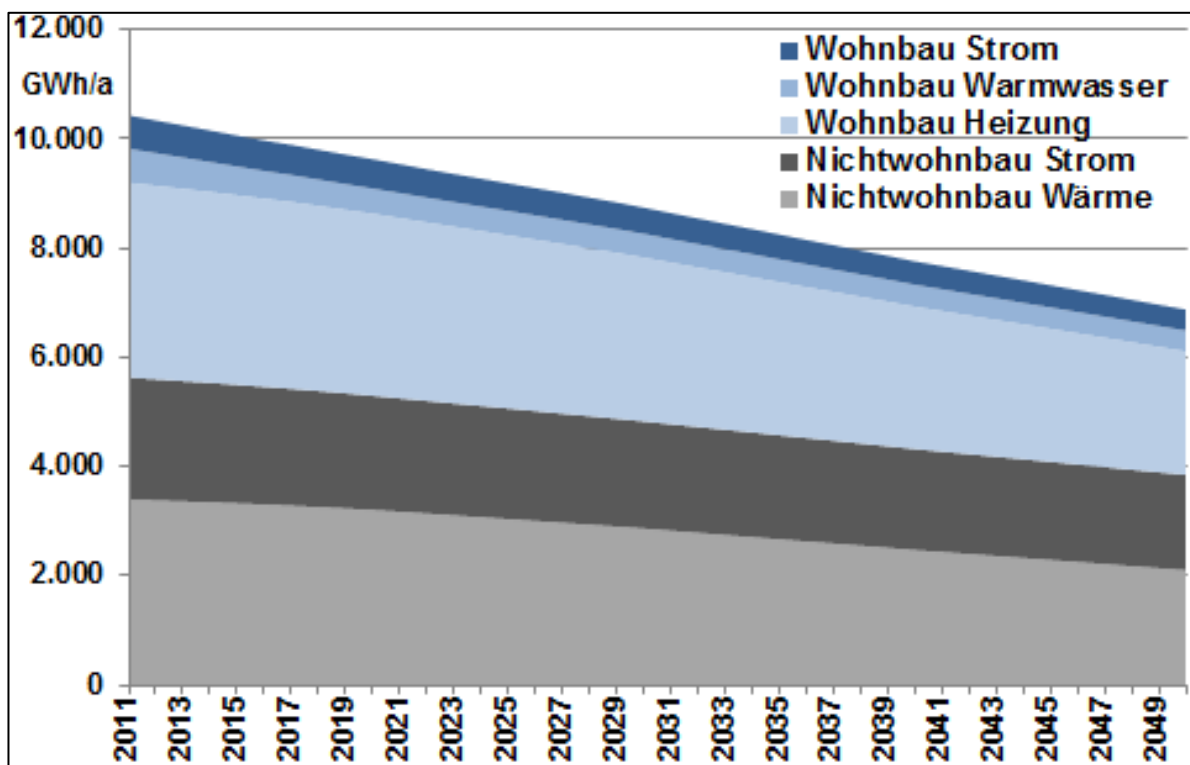


Abbildung 59 Referenzszenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 1,2 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)

Tabelle 38 Referenzszenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 1,2 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)

Sanierungsquote 1,2 %	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Nichtwohnbau Wärme	3.397	3.326	3.205	3.038	2.865	2.668	2.470	2.288	2.102
Nichtwohnbau Strom	2.232	2.172	2.091	2.026	1.962	1.906	1.850	1.798	1.745
Wohnbau Heizung	3.570	3.469	3.335	3.170	2.999	2.803	2.607	2.436	2.262
Wohnbau Warmwasser	622	529	462	448	436	420	403	392	381
Wohnbau Strom	609	567	536	504	478	453	428	407	384
Summe [GWh/a]	10.431	10.062	9.629	9.186	8.741	8.249	7.758	7.321	6.875

5.1.2 Klimaschutzszenario

Das Klimaschutzszenario geht für die Jahre 2012 bis 2020 von Strategien und Technik-anwendungen aus, die bereits seit Jahren marktverfügbar und unter überschaubaren Förder-ansätzen wirtschaftlich einsetzbar sind. Für die Folgejahre wird dieses Vorgehen sowohl aus technischer als auch administrativer Sicht ambitioniert fortgeschrieben.

Bei einer Sanierungsquote von im Mittel jährlich 1,5 Prozent führt das Klimaschutzszenario zu einer Endenergiereduktion um 55 Prozent auf 4.697 GWh/a. Kann die Quote auf jährlich 2 Prozent erhöht werden, beträgt die Reduktion 61,7 Prozent mit einem resultierenden Endenergiebedarf von knapp 4.000 GWh/a.

Tabelle 39 Klimaschutzszenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 1,0 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)

Sanierungsquote 1,0 %	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Nichtwohnbau Wärme	3.397	3.103	2.941	2.736	2.531	2.324	2.119	1.926	1.729
Nichtwohnbau Strom	2.232	1.746	1.571	1.447	1.328	1.232	1.136	1.073	1.011
Wohnbau Heizung	3.570	3.344	3.115	2.928	2.742	2.550	2.359	2.195	2.028
Wohnbau Warmwasser	622	473	366	352	339	326	314	304	294
Wohnbau Strom	609	534	481	444	413	388	362	349	335
Summe [GWh/a]	10.431	9.201	8.474	7.908	7.352	6.820	6.290	5.847	5.397

Tabelle 40 Klimaschutzszenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 1,5 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)

Sanierungsquote 1,5 %	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Nichtwohnbau Wärme	3.397	3.077	2.883	2.644	2.404	2.162	1.922	1.691	1.456
Nichtwohnbau Strom	2.232	1.746	1.571	1.447	1.328	1.232	1.136	1.073	1.011
Wohnbau Heizung	3.570	3.298	3.017	2.774	2.533	2.287	2.044	1.824	1.601
Wohnbau Warmwasser	622	473	366	352	339	326	314	304	294
Wohnbau Strom	609	534	481	444	413	388	362	349	335
Summe [GWh/a]	10.431	9.128	8.318	7.662	7.017	6.395	5.777	5.240	4.697

Tabelle 41 Klimaschutzscenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 2,0 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)

Sanierungsquote 2,0 %	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Nichtwohnbau Wärme	3.397	3.051	2.826	2.551	2.277	1.999	1.724	1.456	1.183
Nichtwohnbau Strom	2.232	1.746	1.571	1.447	1.328	1.232	1.136	1.073	1.011
Wohnbau Heizung	3.570	3.251	2.919	2.620	2.325	2.024	1.729	1.452	1.174
Wohnbau Warmwasser	622	473	366	352	339	326	314	304	294
Wohnbau Strom	609	534	481	444	413	388	362	349	335
Summe [GWh/a]	10.431	9.056	8.163	7.415	6.681	5.969	5.264	4.634	3.997

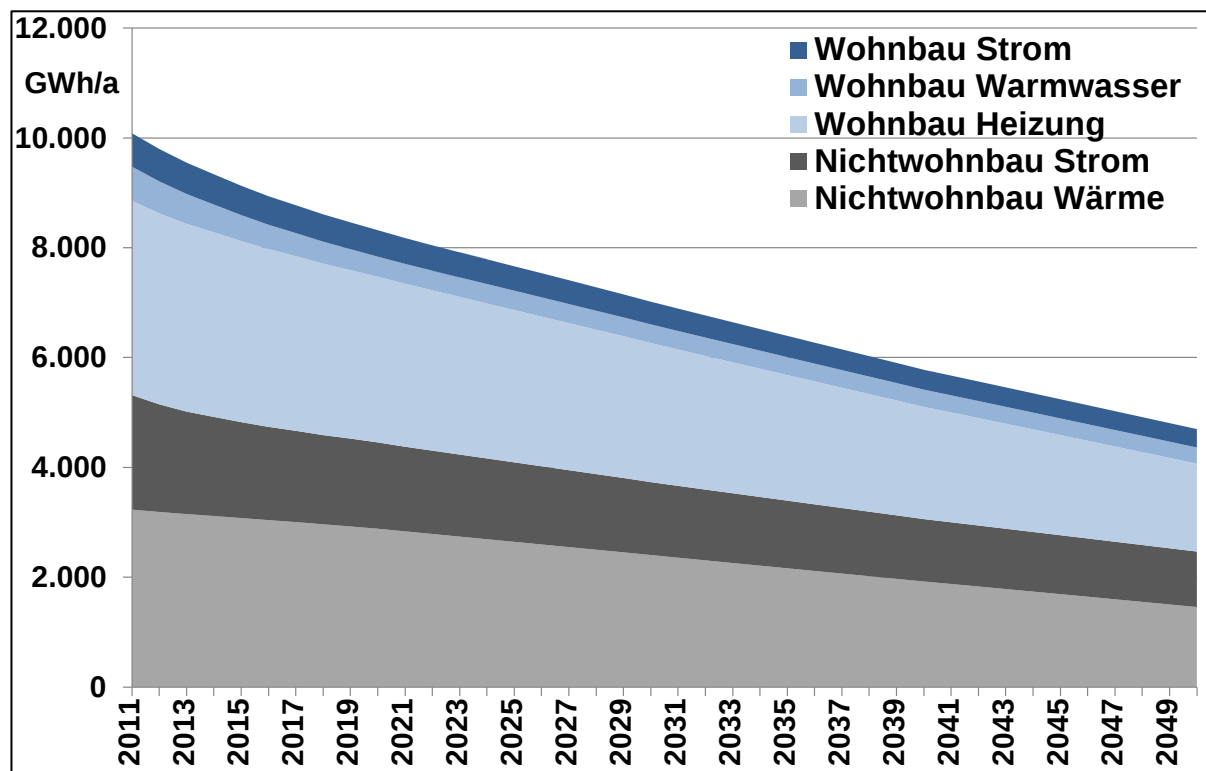


Abbildung 60 Klimaschutzscenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 1,5 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)

5.1.3 Best Practice Szenario

Das Best Practice Szenario sondiert die möglichen Maßnahmen auf das technisch und administrativ Machbare. Bei sehr engagiertem Vorgehen unter konsequentem Einsatz von bereits heute weitgehend vorhandener innovativer Technik in Verbindung mit durchgreifenden Forder- und Förderstrategien sind diese Ziele erreichbar. Sie werden einerseits begrenzt durch die politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und auf der anderen Seite durch die technischen und wirtschaftlichen Aspekte der erneuerbaren Energiegewinnung. Das konstruktive Spannungsverhältnis zwischen Energieeffizienz und Erneuer-

baren Energien gilt es in den nächsten Jahrzehnten ständig auszutarieren, um neben den Aspekten der Ökologie einen volkswirtschaftlich und sozial-kulturell stimmigen Weg zu finden. Das Gutachten weist nach, dass bei einer Sanierungsquote von im Mittel jährlich 2,0 Prozent das Best Practice Szenario eine Endenergiereduktion um 70,3 Prozent auf knapp 3.100 GWh/a erreicht. Die eher nur theoretisch erreichbare Quote von jährlich im Mittel 2,5 Prozent würde zu einer Reduktion um 77,6 Prozent mit einem resultierenden Endenergiebedarf von gut 2.300 GWh/a führen.

Tabelle 42 Best Practice Szenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 2,0 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)

Sanierungsquote 2,0 %	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Nichtwohnbau Wärme	3.397	2.904	2.632	2.331	2.032	1.734	1.441	1.154	863
Nichtwohnbau Strom	2.232	1.528	1.282	1.161	1.045	978	909	855	802
Wohnbau Heizung	3.570	3.165	2.778	2.461	2.147	1.830	1.517	1.223	927
Wohnbau Warmwasser	622	430	296	283	272	252	232	223	213
Wohnbau Strom	609	486	395	367	343	328	313	303	293
Summe [GWh/a]	10.431	8.513	7.382	6.603	5.839	5.122	4.412	3.758	3.098

Tabelle 43 Best Practice Szenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 2,5 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)

Sanierungsquote 2,5 %	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Nichtwohnbau Wärme	3.397	2.869	2.559	2.219	1.882	1.545	1.214	887	556
Nichtwohnbau Strom	2.232	1.528	1.282	1.161	1.045	978	909	855	802
Wohnbau Heizung	3.570	3.118	2.675	2.299	1.925	1.549	1.180	826	470
Wohnbau Warmwasser	622	430	296	283	272	252	232	223	213
Wohnbau Strom	609	486	395	367	343	328	313	303	293
Summe [GWh/a]	10.431	8.431	7.207	6.328	5.467	4.653	3.848	3.094	2.334

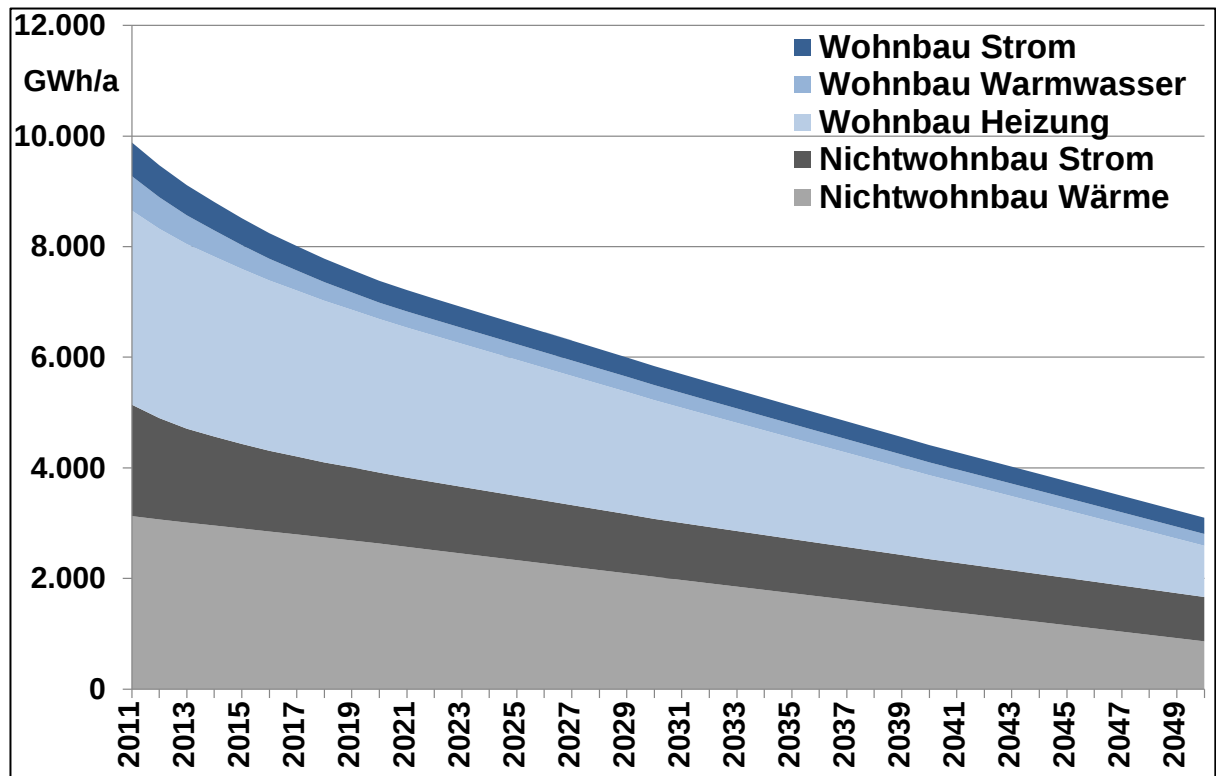


Abbildung 61 Best Practice Szenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 2,0 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)

6 Kennwerte für städtebauliche Siedlungstypologien

Welche Auswirkungen ergeben sich aufgrund der durchgreifenden energetischen Gebäudesanierung für die Versorgung der städtischen Wohn- und Gewerbegebiete? Wie werden die verdichteten Innenstadtbereiche oder die charakteristischen Reihenhauses- und Einfamilienhausviertel an der Peripherie in den Jahren 2030 oder gar 2050 versorgt? Steigen die spezifischen Energiekosten oder gibt es im Gegenzug kostensparende Synergieeffekte bei der Versorgung? Und schließlich: Welche Lenkungsmöglichkeiten sind in der Stadt gegeben, um vorhandene Systeme in sinnvoller Form fortzuschreiben?

Die wesentliche Grundfragestellung zu diesen komplexen Herausforderung betrifft die Versorgungsdichte der Energieträger. Die Ergebnisse aus Kapitel 3 werden für die Beurteilung der Entwicklung von charakteristischen städtebaulichen Strukturen als Grundlage verwendet, um Aussagen zu den städtebaulichen Energiedichten der nächsten Jahrzehnte zu generieren. Die gebäudespezifischen Energiebedarfswerte werden auf die spezifischen Kennwerte pro m² Grundstücksfläche umgerechnet. Die Beispiele zeigen, dass die mittlere Energiedichte deutlich sinken wird und damit starke Auswirkungen auf die Versorgungsstrukturen gegeben sind.

Für unterschiedliche städtebauliche Situationen werden jeweils Beispiele mit Lageplan und Luftbild dargestellt in Verbindung mit einer Berechnung der Endenergiedichte in kWh/(m²a) mit Bezug auf die Grundstücksfläche und in Abhängigkeit von den angenommenen Szenarien. Methodisch wird für die Berechnung von der GFZ in Verbindung mit dem Verhältnis von Wohn-/Nutzfläche zur Geschossfläche ausgegangen. Daraus ergibt sich die beheizte Fläche pro m² Grundstücksfläche. Auf dieser Basis können Bestands-Energiekennwerte auf die zukünftigen Grundstücks-Energiedichten ermittelt werden. Gewählt werden dazu jeweils die Kennwerte für 2030.

6.1 Energiedichte von acht charakteristischen Bebauungssituationen in Nürnberg

Für acht charakteristische Bebauungsgebiete in Nürnberg wurden die Analysen zur Energiedichte analog zu den Kennwerten der drei Szenarien durchgeführt:

1. Kerngebiet
2. Gründerzeitgebiet mit Mehrfamilienhausbebauung vor 1918
3. Mehrfamilienhausbebauung Baualtersstufe 1919 bis 1948
4. Mehrfamilienhausbebauung 1949 bis 1957
5. Mehrfamilienhausbebauung 1958 bis 1968
6. Einfamilienhausbebauung 1919 bis 1948
7. EFH-Bebauung 1949 bis 1958 (stark durchsetzt mit neuen Baujahren)
8. Reihenhauses-Bebauung 1959 bis 1978



Tabelle 44 Kerngebiet

GFZ		3,50
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,73
Beheizte Fläche (m² Wohnfl. pro m² Grundstücksfl.)	m²/m²	2,56
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Beheizte Fläche	Grundstücksfläche
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh/(m²a)	kWh/(m²a)
Bestand	202,7	517,9
Referenzszenario	67,0	171,2
Klimaschutzszenario	39,5	101,0
Klimaschutzszenario best practice	23,8	60,9



Tabelle 45 Gründerzeitgebiet mit Mehrfamilienhausbebauung vor 1918

GFZ		2,50
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,73
Beheizte Fläche (m² Wohnfl. pro m² Grundstücksfl.)	m²/m²	1,83
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Beheizte Fläche	Grundstücksfläche
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh/(m²a)	kWh/(m²a)
Bestand	213,4	389,4
Referenzszenario	70,6	128,8
Klimaschutzszenario	41,6	76,0
Klimaschutzszenario best practice	25,1	45,8



Tabelle 46 Mehrfamilienhausbebauung Baualtersstufe 1919 bis 1948

GFZ		1,20
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,75
Beheizte Fläche (m² Wohnfl. pro m² Grundstücksfl.)	m²/m²	0,90
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Beheizte Fläche	Grundstücksfläche
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh/(m²a)	kWh/(m²a)
Bestand	219,6	197,6
Referenzszenario	75,0	67,5
Klimaschutzszenario	43,9	39,6
Klimaschutzszenario best practice	26,2	23,6



Tabelle 47 Mehrfamilienhausbebauung 1949 bis 1957

GFZ		1,40
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,75
Beheizte Fläche (m² Wohnfl. pro m² Grundstücksfl.)	m²/m²	1,05
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Beheizte Fläche	Grundstücksfläche
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh/(m²a)	kWh/(m²a)
Bestand	219,8	230,8
Referenzszenario	74,9	78,6
Klimaschutzszenario	43,9	46,1
Klimaschutzszenario best practice	26,2	27,5



Tabelle 48 Mehrfamilienhausbebauung 1958 bis 1968

GFZ		1,60
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,75
Beheizte Fläche (m ² Wohnfl. pro m ² Grundstücksfl.)	m ² /m ²	1,20
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Beheizte Fläche	Grundstücksfläche
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)
Bestand	213,6	256,4
Referenzszenario	68,2	71,6
Klimaschutzszenario	40,4	42,4
Klimaschutzszenario best practice	24,5	25,7



Tabelle 49 Einfamilienhausbebauung 1919 bis 1948

GFZ		0,50
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,76
Beheizte Fläche (m ² Wohnfl. pro m ² Grundstücksfl.)	m ² /m ²	0,38
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Beheizte Fläche	Grundstücksfläche
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)
Bestand	275,4	104,7
Referenzszenario	87,8	33,4
Klimaschutzszenario	49,6	18,8
Klimaschutzszenario best practice	27,9	10,6



Tabelle 50 EFH-Bebauung 1949 bis 1958 (stark durchsetzt mit neuen Baujahren)

GFZ		0,40
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,76
Beheizte Fläche (m² Wohnfl. pro m² Grundstücksfl.)	m²/m²	0,30
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)		
Heizen und Warmwasserbereitung	Beheizte Fläche kWh/(m²a)	Grundstücksfläche kWh/(m²a)
Bestand	276,8	84,1
Referenzszenario	88,2	26,8
Klimaschutzszenario	49,7	15,1
Klimaschutzszenario best practice	28,0	8,5



Tabelle 51 Reihenhaus-Bebauung 1959 bis 1978

GFZ		0,80
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,76
Beheizte Fläche (m² Wohnfl. pro m² Grundstücksfl.)	m²/m²	0,61
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)		
Heizen und Warmwasserbereitung	Beheizte Fläche kWh/(m²a)	Grundstücksfläche kWh/(m²a)
Bestand	222,0	135,0
Referenzszenario	72,5	44,1
Klimaschutzszenario	41,6	25,3
Klimaschutzszenario best practice	22,7	13,8

Die Analyse der aus diesen Kennzahlen erwachsenden Anforderungen an die Versorgungssysteme wird in den Kapiteln 7 und 8 durchgeführt. In der folgenden Abbildung werden die Energiedichten in kWh/(m²a) bezogen auf die Grundstücksfläche zusammengestellt.

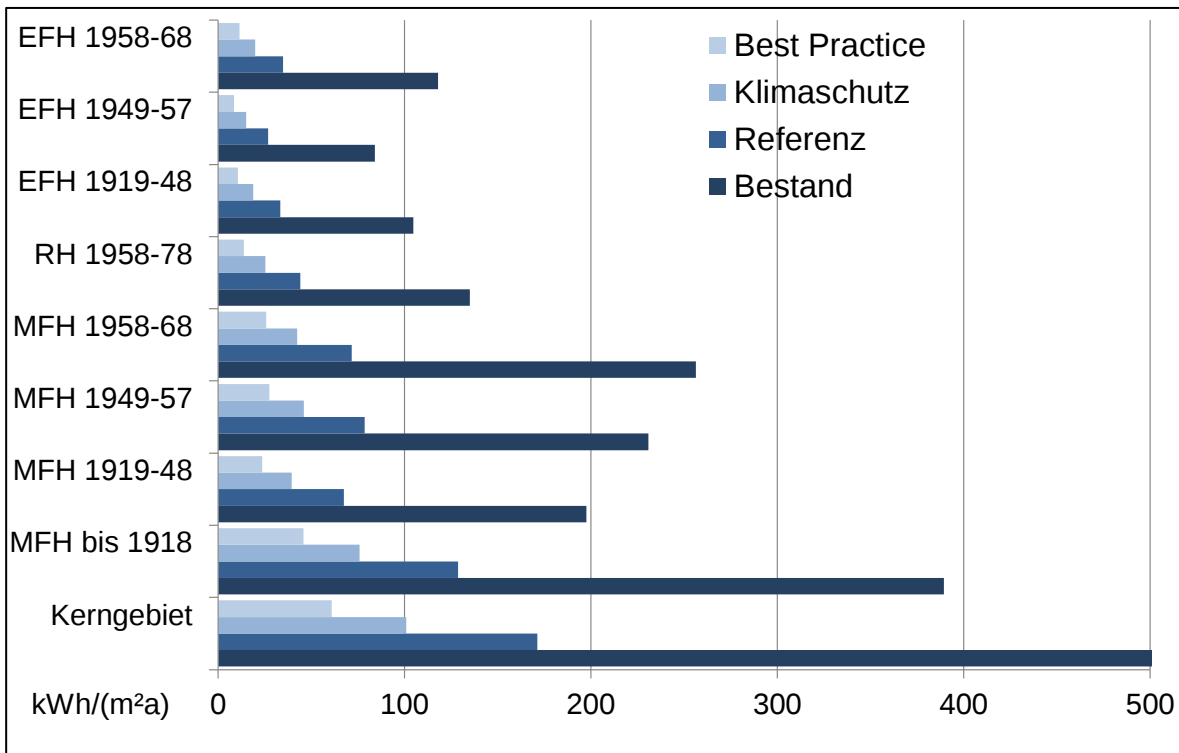


Abbildung 62 Energiedichte charakteristischer Bebauungsgebiete: Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung in kWh pro m² Grundstücksfläche

6.2 Städtebauliche Analyse zum Potenzial der Solarenergienutzung

Die passive und aktive Solarnutzung ist ein entscheidender Faktor für die Nutzung erneuerbarer Energien innerhalb der Siedlungsstrukturen. Die passive solare Nutzung hat ihren Eingang in die Studie über die Heizwärmebedarfsberechnungen gefunden und es gilt bei Sanierungen und Neubauten, die Ausbeute durch sinnvolle Ausrichtung der Gebäude zu erhöhen.

Bei der aktiven Solarnutzung ist zwischen Solarthermie und Photovoltaik zu unterscheiden. Während in den vergangenen fünfundzwanzig Jahren der Schwerpunkt vor allem bei der solarthermischen Energienutzung lag, zeichnet sich derzeit ein Paradigmenwechsel in Richtung Photovoltaik ab. Für zahlreiche Anwendungen bleibt Solarthermie nach wie vor eine aktuelle Option, die aber in der Planung immer im Zusammenhang mit der verfügbaren Fläche zu sehen ist, die alternativ (oder kumulativ) auch für Photovoltaik nutzbar ist. Nach derzeitigem technischem Stand ist davon auszugehen, dass ab etwa 2015 PV-Anwendungsoptionen in vielen Fällen Vorteile haben werden.

6.2.1 Vergleich Solarthermie – Photovoltaik

Am Beispiel eines Einfamilienhauses sollen die Einsatzmöglichkeiten für solarthermische und photovoltaische Solarnutzung erläutert werden. Eine idealtypische Solarthermieanlage für vier Personen umfasst vier bis sechs Quadratmeter Absorberfläche. Dies reicht für eine etwa 40- bis 60-prozentige Deckung des Wärmebedarfs für die Warmwasserbereitung. Eine Vergrößerung der Anlage zur Erhöhung der Deckungsrate erhöht die Grenzkosten pro gewonnener Kilowattstunde deutlich von etwa 0,15 – 0,25 €/kWh auf über 0,30 €/kWh. Eine nochmals größere Anlage zur Heizungsunterstützung ist bei hocheffizienten Gebäuden nicht sinnvoll, weil die relevante Heizzeit im Bereich November bis Februar liegt. In diesen Monaten ist der solare Eintrag so gering, dass keine nennenswerte Heizungsunterstützung möglich ist. Das macht nur Sinn bei Gebäuden, die einen schlechten Wärmeschutz aufweisen und bis weit in den Mai hinein geheizt werden müssen.

Im Vergleich dazu hat eine Photovoltaikanlage in Zukunft zwei Vorteile: Erstens betragen die Gestehungskosten pro Kilowattstunde in zwei bis drei Jahren nur noch etwa 0,12 bis 0,20 €/kWh. Wenn dieser Strom direkt innerhalb des Gebäudes genutzt werden kann und dies mit einer ohnehin vorhandenen Wärmepumpenanlage mit einer Jahresarbeitszahl von etwa 4 erfolgt, kostet die so erzeugte Kilowattstunde Wärme gerade einmal 0,03 bis 0,05 €/kWh. Zum Zweiten kann die verfügbare solare Fläche auf dem Gebäude tatsächlich genutzt werden und ist nicht auf die vier bis sechs m² wie bei der Thermie beschränkt. Voraussetzung dafür ist natürlich, dass gestalterisch ansprechende Lösungen mit Dach- oder Fassadenintegration der PV-Anlagen geschaffen werden.

6.2.2 Entwicklung der Photovoltaik im Wohngebäudebereich

Für den Wohngebäudebereich wurde eine Abschätzung der möglichen Entwicklung von Photovoltaik innerhalb der Siedlungsstrukturen in Nürnberg durchgeführt. Ausgangspunkt ist die Gebäudetypologie wie in Kapitel 3 dargestellt. Es fand eine Potenzialermittlung für jede Gebäudetypologie statt, indem die möglichen PV-Flächen für das jeweilige Beispielgebäude ermittelt wurden. Aufbauend auf der mittleren Wohnfläche (Spalte 3 der folgenden Tabelle) und der Geschossigkeit (Spalte 5) ergibt sich die projizierte Dachfläche (Spalte 4). Für diese wurde ein mittlerer nutzbarer Anteil für PV-Nutzung (Spalte 7) in Ansatz gebracht. Das kann der entsprechende Teil eines Flachdaches sein oder Teil eines auf der Projektionsfläche stehenden Satteldaches. Daraus ergibt sich die nutzbare Fläche pro Einheit (Spalte 8) oder mittels Umrechnung die PV-Fläche pro m² Wohnfläche (Spalte 9). Darüber hinaus wurde ein zusätzlicher Ansatz gewählt für mögliche PV-Potenziale auf Nebengebäuden, Stellplätzen oder sonstigen Flächen. Zurückhaltend wurde der Ansatz von Fassadenflächen beurteilt, der ebenfalls dieser Position zugerechnet werden kann. Es ist davon auszugehen, dass in absehbarer Zeit auch gestalterisch zufriedenstellende Lösungen für fassadenintegrierte PV in

den wirtschaftlich sinnvollen Bereich kommen werden. In dem Fall wird dieser Flächenanteil nochmals höher zu bewerten sein, dient also in der jetzigen Berechnung als Reserve.

Werden über diese Kennwerte und die jeweiligen Wohnflächen das Potenzial für die Jahre 2020 bis 2050 berechnet, so ergeben sich die Erträge der folgenden Tabelle. Dabei wurde bewusst ein niedriger spezifischer Ertrag von 90 kWh/a pro m² PV-Fläche in Ansatz gebracht in Verbindung mit einem Reduktionswert für die mittlere Ausrichtung der Module von 0,75 bis 0,85.

Tabelle 52 Herleitung des PV-Potenzials aus der Gebäudetypologie

	Gebäudetyp Geschosse	mittl. Wohnfläche	Dachfläche projiziert	Ge- schos- se	Faktor GF-WF	Nutzbarer Anteil für PV	Nutzbare PV-Fläche pro Einheit	PV-Fläche pro m ² Wohnfläche	Sonstige PV- Fläche pro m ² WF*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		m ²	m ²				m ²	m ² /m ²	m ² /m ²
Sonstiges								0,22	0,06
EFH bis 1918	EFH - I+D	120	101,3	1,6	0,74	0,60	60,8	0,51	0,20
MFH bis 1918	MFH - IV	500	162,5	4	0,77	0,50	81,3	0,16	0,02
EFH 1919-1948	EFH - I+D	120	101,3	1,6	0,74	0,60	60,8	0,51	0,20
MFH 1919-1948	MFH - III	500	216,7	3	0,77	0,50	108,3	0,22	0,05
EFH 1949-1957	EFH - I+D	120	101,3	1,6	0,74	0,60	60,8	0,51	0,20
MFH 1949-1957	MFH - III	500	216,7	3	0,77	0,60	130,0	0,26	0,08
EFH 1958-1968	EFH - II	130	85,8	2	0,76	0,65	55,8	0,43	0,20
MFH 1958-1968	MFH - IV	600	195,0	4	0,77	0,65	126,8	0,21	0,08
EFH 1969-1978	EFH - II	130	85,8	2	0,76	0,65	55,8	0,43	0,20
MFH 1969-1978	MFH - IV	750	243,8	4	0,77	0,70	170,6	0,23	0,08
EFH 1979-1987	EFH - II	130	85,8	2	0,76	0,65	55,8	0,43	0,20
MFH 1979-1987	MFH - IV	750	243,8	4	0,77	0,70	170,6	0,23	0,08
EFH 1988-1994	EFH - II	130	85,8	2	0,76	0,70	60,1	0,46	0,20
MFH 1988-1994	MFH - IV	850	276,3	4	0,77	0,70	193,4	0,23	0,08
EFH 1995-2001	EFH - II	130	85,8	2	0,76	0,70	60,1	0,46	0,20
MFH 1995-2001	MFH - IV	850	276,3	4	0,77	0,75	207,2	0,24	0,08
EFH 2002-2004	EFH - II	130	85,8	2	0,76	0,70	60,1	0,46	0,20
MFH 2002-2004	MFH - IV	900	292,5	4	0,77	0,75	219,4	0,24	0,08
EFH 2005-2010	EFH - II	130	85,8	2	0,76	0,70	60,1	0,46	0,20
MFH 2005-2010	MFH - IV	900	292,5	4	0,77	0,75	219,4	0,24	0,08
Neubau					0,76	0,75		0,30	0,15

In der nächsten Tabelle werden die PV-Potenziale auf Basis dieser Ermittlung zusammengestellt. Im Jahr 2020 können auf dieser Basis bei einer Erschließung von 20 % des technischen Potenzials knapp 140.000 MWh pro Jahr generiert werden. Im Jahr 2030 bei 35 % Erschließung sind es 260.000 MWh/a, 2040 bei 50 % liegt das Ergebnis bei 380.000 MWh/a und in 2050 können bei 65 % Durchdringung gut 500.000 MWh pro Jahr erzielt werden.

Tabelle 53 Potenzial für den Ertrag durch Photovoltaik innerhalb des Wohngebäudebestandes für die Jahre 2020 – 2030 – 2040 – 2050 sowie das technische Potenzial für 2011 und 2050 [MWh/a]; in Zeile 2 werden unter den jeweiligen Bezugsjahren die veranschlagten Prozentsätze des jeweils erreichbaren technischen PV-Potenzials mit den daraus resultierenden Erträgen dargestellt

	PV 2020	PV 2030	PV 2040	PV 2050	PV: Techn. Potenzial 2050	PV: Techn. Potenzial 2011
	20%	35%	50%	65%	100%	100%
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Sonstiges	2 426	4 097	5 632	7 004	10 776	362
EFH bis 1918	1 298	2 232	3 127	3 977	6 118	6 599
MFH bis 1918	1 358	2 335	3 272	4 160	6 400	6 903
EFH 1919-1948	11 422	19 119	26 030	32 012	49 249	59 522
MFH 1919-1948	12 799	21 423	29 167	35 870	55 184	66 696
EFH 1949-1957	7 071	11 765	15 915	19 428	29 889	37 051
MFH 1949-1957	10 504	17 478	23 644	28 862	44 403	55 043
EFH 1958-1968	10 391	17 549	24 124	29 999	46 153	53 702
MFH 1958-1968	13 153	22 214	30 536	37 974	58 421	67 978
EFH 1969-1978	10 887	18 606	25 908	32 699	50 307	55 649
MFH 1969-1978	8 638	14 762	20 555	25 943	39 913	44 152
EFH 1979-1987	5 990	10 306	14 271	17 880	27 507	30 047
MFH 1979-1987	4 378	7 532	10 430	13 067	20 104	21 960
EFH 1988-1994	3 749	6 525	9 121	11 429	17 584	18 744
MFH 1988-1994	3 929	6 839	9 560	11 979	18 428	19 644
EFH 1995-2001	2 740	4 794	6 776	8 545	13 145	13 698
MFH 1995-2001	3 025	5 293	7 482	9 434	14 514	15 124
EFH 2002-2004	1 440	2 520	3 588	4 565	7 023	7 201
MFH 2002-2004	549	961	1 369	1 741	2 679	2 747
EFH 2005-2010	2 767	4 842	6 915	8 881	13 663	13 833
MFH 2005-2010	2 003	3 505	5 006	6 429	9 891	10 014
Neubau	18 596	54 917	97 628	154 515	237 716	0
	139 114	259 614	380 057	506 393	779 066	606 668

6.2.3 Entwicklung der Photovoltaik im Bereich Nichtwohngebäude

Analog zum Verfahren bei den Wohngebäuden wurde in etwas vereinfachter Form das technische Potenzial für die PV-Nutzung bei Nichtwohngebäuden hergeleitet. Auf Basis der Nutzfläche (Spalte 1 der folgenden Tabelle) wurde über die angenommene mittlere Geschossigkeit für die unterschiedlichen Nutzungsarten die nutzbare PV-Fläche pro m² Nutzfläche ermittelt (Spalte 2). Dazu kommt wie beim Wohnungsbau ein Ansatz für sonstige nutzbare Flächen z. B. auf Gehweg- und Stellplatzüberdachungen sowie an Fassaden. Diese zusätzlichen Flächen stellen gerade bei Nichtwohngebäuden eine durchaus beträchtliche Fläche ein (Spalte 3). Der mittlere Ertrag wird wiederum mit einem eher niedrigen Wert von 90 kWh pro m² PV-Absorber in Ansatz gebracht und für die Ausrichtung ein mittlerer Reduktionsfaktor von 0,85 bis 0,9.

Tabelle 54 Herleitung des technischen PV-Potenzials für Nichtwohngebäude

	Nutzfläche gesamt	PV-Fläche pro m ² Nutzfläche	Sonstige PV- Fläche pro m ² WF*	PV-Fläche gesamt m ²	mittlerer Ertrag pro m ² PV	Red.-Faktor für Ausrichtung	PV: Techn. Potenzial 100 %
	1	2	3	4	5	6	7
	m ²	m ² /m ²	m ² /m ²	m ²	kWh/(m ² a)		MWh/a
1 Nutzfläche in Wohngebäuden	856 842	0,4	0,15	471 263	90,00	0,85	36 052
2 Nutzfläche in Wohnheimen	76 884	0,4	0,15	42 286	90,00	0,85	3 235
3 Büro / Verwaltung (Wohnfl.)	69 025	0,4	0,15	37 964	90,00	0,85	2 904
4 Büro / Verwaltung (Nutzfl.)	3 131 646	0,25	0,1	1 096 076	90,00	0,90	88 782
5 Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude (WF)	26 897	0,4	0,15	14 793	90,00	0,85	1 132
6 Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude (NF)	4 004 483	0,35	0,1	1 802 017	90,00	0,90	145 963
7 Landwirtsch. Betriebsgebäude (WF)	2 555	0,4	0,15	1 405	90,00	0,85	108
8 Landwirtsch. Betriebsgebäude (NF)	401 017	0,6	0,1	280 712	90,00	0,90	22 738
9 Handel- und Gastgewerbe (Wohnfl.)	72 134	0,4	0,15	39 674	90,00	0,85	3 035
10 Handel- und Gastgewerbe (Nutzfl.)	4 778 225	0,5	0,2	3 344 757	90,00	0,90	270 925
11 Kultur, Bildung, Sport, Freizeit (WF)	14 535	0,4	0,15	7 994	90,00	0,85	612
12 Kultur, Bildung, Sport, Freizeit (NF)	1 195 576	0,3	0,1	478 230	90,00	0,85	36 585
13 Gesundheit, Soziales, Kirchen (WF)	16 903	0,4	0,15	9 297	90,00	0,85	711
14 Gesundheit, Soziales, Kirchen (NF)	512 006	0,15	0,1	128 002	90,00	0,85	9 792
15 Sonstiges, insbesondere Garagen (WF)	7 428	0,4	0,15	4 085	90,00	0,85	313
16 Sonstiges, insbesondere Garagen (NF)	2 309 261	0,6	0,15	1 731 946	90,00	0,90	140 288
17 Unbekannte Fälle (Wohnfläche)	183 698	0,4	0,15	101 034	90,00	0,85	7 729
18 Unbekannte Fälle (Nutzfläche)	526 201	0,2	0,1	157 860	90,00	0,85	12 076
19 Neubau Büro / Verwaltung		0,25	0,15	0	90,00	0,90	0
20 Neubau Fabrik-, Werkstatt- und Lagergeb.		0,5	0,15	0	90,00	0,90	0
21 Neubau Handel und Gastgewerbe		0,5	0,15	0	90,00	0,90	0
22 Neubau Sonstige		0,4	0,15	0	90,00	0,90	0

Tabelle 55 Potenzial für den Ertrag durch Photovoltaik innerhalb des Bestandes der Nichtwohngebäude für die Jahre 2020 – 2030 – 2040 – 2050 sowie das technische Potenzial für 2011 und 2050 [MWh/a]

	PV 2020	PV 2030	PV 2040	PV 2050	PV: Techn. Potenzial 2050	PV: Techn. Potenzial 2011
	20%	35%	50%	65%	100%	100%
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Nutzfläche in Wohngebäuden	6 897	11 445	15 360	18 479	28 429	36 052
Nutzfläche in Wohnheimen	619	1 027	1 378	1 658	2 551	3 235
Büro / Verwaltung (Wohnfl.)	24 323	38 674	49 360	55 787	85 826	2 904
Büro / Verwaltung (Nutzfl.)	374	621	834	1 003	1 543	88 782
Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude (WF)	30 141	46 160	56 369	60 302	92 772	1 132
Fabrik-, Werkstatt-, Lagergebäude (NF)	188	311	418	503	773	145 963
Landwirtsch. Betriebsgebäude (WF)	3 228	5 356	7 189	8 648	13 305	108
Landwirtsch. Betriebsgebäude (NF)	28	46	62	74	114	22 738
Handel- und Gastgewerbe (Wohnfl.)	36 780	57 859	72 922	81 135	124 823	3 035
Handel- und Gastgewerbe (Nutzfl.)	782	1 298	1 743	2 096	3 225	270 925
Kultur, Bildung, Sport, Freizeit (WF)	9 623	15 969	21 432	25 784	39 667	612
Kultur, Bildung, Sport, Freizeit (NF)	85	141	189	228	351	36 585
Gesundheit, Soziales, Kirchen (WF)	4 121	6 839	9 178	11 042	16 987	711
Gesundheit, Soziales, Kirchen (NF)	62	103	138	166	255	9 792
Sonstiges, insbesondere Garagen (WF)	18 588	30 845	41 396	49 801	76 617	313
Sonstiges, insbesondere Garagen (NF)	86	143	192	231	356	140 288
Unbekannte Fälle (Wohnfläche)	4 235	7 028	9 433	11 348	17 458	7 729
Unbekannte Fälle (Nutzfläche)	807	1 338	1 796	2 161	3 324	12 076
Neubau Büro / Verwaltung	3 124	10 886	23 739	42 613	65 559	0
Neubau Fabrik-, Werkstatt- und Lagergeb.	3 945	13 505	28 865	50 597	77 841	0
Neubau Handel und Gastgewerbe	6 187	21 453	46 512	82 917	127 564	0
Neubau Sonstige	12 242	35 068	57 903	84 702	130 311	0
Summe Ertrag	166 465	306 117	446 405	591 274	909 653	782 979

Im Jahr 2020 können im Bereich der Nichtwohngebäude auf dieser Basis bei einer Erschließung von 20 % des technischen Potenzials etwa 166.000 MWh pro Jahr gewonnen werden, im Jahr 2030 bei 35 % Erschließung gut 300.000 MWh/a, 2040 bei 50 % knapp

450.000 MWh/a und in 2050 können bei 65 % Durchdringung über 590.000 MWh pro Jahr per Photovoltaik bereitgestellt werden.

Nicht enthalten in diesen Ermittlungen sind öffentliche Flächen, z. B. entlang von Straßenzügen, Lärmschutzwällen oder Bahngleisen, die für die Gewinnung von Solarstrom genutzt werden können. Im Kapitel zur Abschätzung der Erneuerbaren Energien wurde dieser Effekt für die Jahre 2040 bis 2050 einberechnet.

7 Endenergieverbrauch und CO₂-Bilanzen der Szenarien-Analyse

(Dieses Kapitel wurde von der Energieagentur Nordbayern GmbH verfasst.)

Zentrale Betrachtungsfelder stellen die im Stadtgebiet Nürnberg verbrauchten Endenergieträger und der Energieverbrauch in den Sektoren private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und Verkehr dar. Die Ausgangsbasis bildet dabei u. a. der neu erstellte Energienutzungsplan der Stadt Nürnberg, der durch das Institut Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (FfE) erarbeitet wurde. Der Energienutzungsplan gibt einerseits die räumliche Struktur des Energiebedarfs im Stadtgebiet wieder. Andererseits liefert er eine Fortschreibung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen im Zeitraum 2010 bis 2030. Die Studie „Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050“ ermittelt die weitere Entwicklung bis zum Jahr 2050, die allerdings nicht in der räumlichen Darstellung eines Energienutzungsplan dargestellt wird.

Die zukünftige Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen in der Stadt Nürnberg hängt von unterschiedlichen Parametern ab, inwieweit die Themen Energieeffizienz und Klimaschutz in der Praxis in den nächsten Jahren umgesetzt werden. Zur Beschreibung der möglichen Entwicklungen können unterschiedliche Szenarien als Prognosen aufgestellt werden, die in Abhängigkeit von der gewählten Klimaschutzpolitik und dem Verhalten der Energieverbraucher den Verlauf des Energieverbrauchs und der verursachten CO₂-Emissionen darstellen. Erst im Laufe der nächsten Jahre wird sich zeigen, welche Entwicklungstendenz die Realität einnimmt. Aus diesem Grund werden zum aktuellen Zeitpunkt drei alternative Szenarien beschrieben, die die möglichen Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen beschreiben:

- Das Referenzszenario (SZ1) schreibt eine Weiterentwicklung des Endenergieverbrauchs unter den Veränderungen und Tendenzen der letzten Jahre fort. Es ist gekennzeichnet u.a. durch einen steigenden Stromverbrauch, da der elektrische Strom ständig für neue Anwendungsbereiche, besonders in der Informations- und Kommunikationstechnik, verwendet wird. Beim thermischen Endenergieverbrauch bilden die Energieeffizienz im Bauwesen und ein Wohnflächenzuwachs Gegenpole.
- Das Klimaschutzszenario (SZ2) beschreibt den Einsatz der besten verfügbaren Energieeffizienz-Technik zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs. Die zunehmende Verwendung von Strom für die Einsatzbereiche Beleuchtung, IuK-Technologie und mechanische Antriebe wird durch die eingesetzten Effizienztechnologien weitgehend kompensiert.

- Best-Practice-Szenario (SZ3) mit klimabewusstem Handeln umfasst zusätzlich zum Einsatz erhöhter Energieeffizienz aus Szenario 2 ein umweltbewusstes Verbraucherverhalten, beim dem auch Einbußen am Komfort und Konsumverzicht an bestimmten energieintensiven Gütern in Kauf genommen werden. Dieses Szenario enthält die höchsten Einsparpotenziale beim Endenergieverbrauch und den CO₂-Emissionen.

Bis zum Jahr 2030 sinken in allen drei Szenarien die CO₂-Emissionen gegenüber dem Jahr 2009 deutlich, da der steigende Anteil der Erneuerbaren Energien die relevanten CO₂-Emissionskoeffizienten der Strom- und Wärmeerzeugung und damit auch die resultierenden CO₂-Emissionen stark reduziert.

7.1 Endenergieverbrauch und CO₂-Emissionen nach Endenergieträgern

Der Endenergieverbrauch in der Stadt Nürnberg basiert auf einem Energiemix, der sich aus fossilen und Erneuerbaren Energieträgern zusammensetzt. Im Rahmen der Studie wird der Verbrauch folgender Endenergieträger dargestellt:

- Elektrischer Strom
- Erdgas
- Heizöl
- Kohle
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK fossil und erneuerbar)
- Erneuerbare Energien (ohne die erneuerbare KWK)
- Kraftstoffe im Verkehrssektor

7.1.1 Struktur des Endenergieverbrauchs im Jahr 2010

Bei der Bilanzierung des Endenergieverbrauchs der Stadt Nürnberg wird der Verbrauch der Endenergieträger in den Sektoren private Haushalte, Industrie, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (mit kommunalem Sektor) und dem Verkehrssektors erfasst. Im Jahr 2010, dem Ausgangspunkt der Betrachtung, verteilt sich der gesamte Endenergieverbrauch in der Stadt Nürnberg von ca. 14.600.000 MWh auf den Einsatz folgender Endenergieträger:

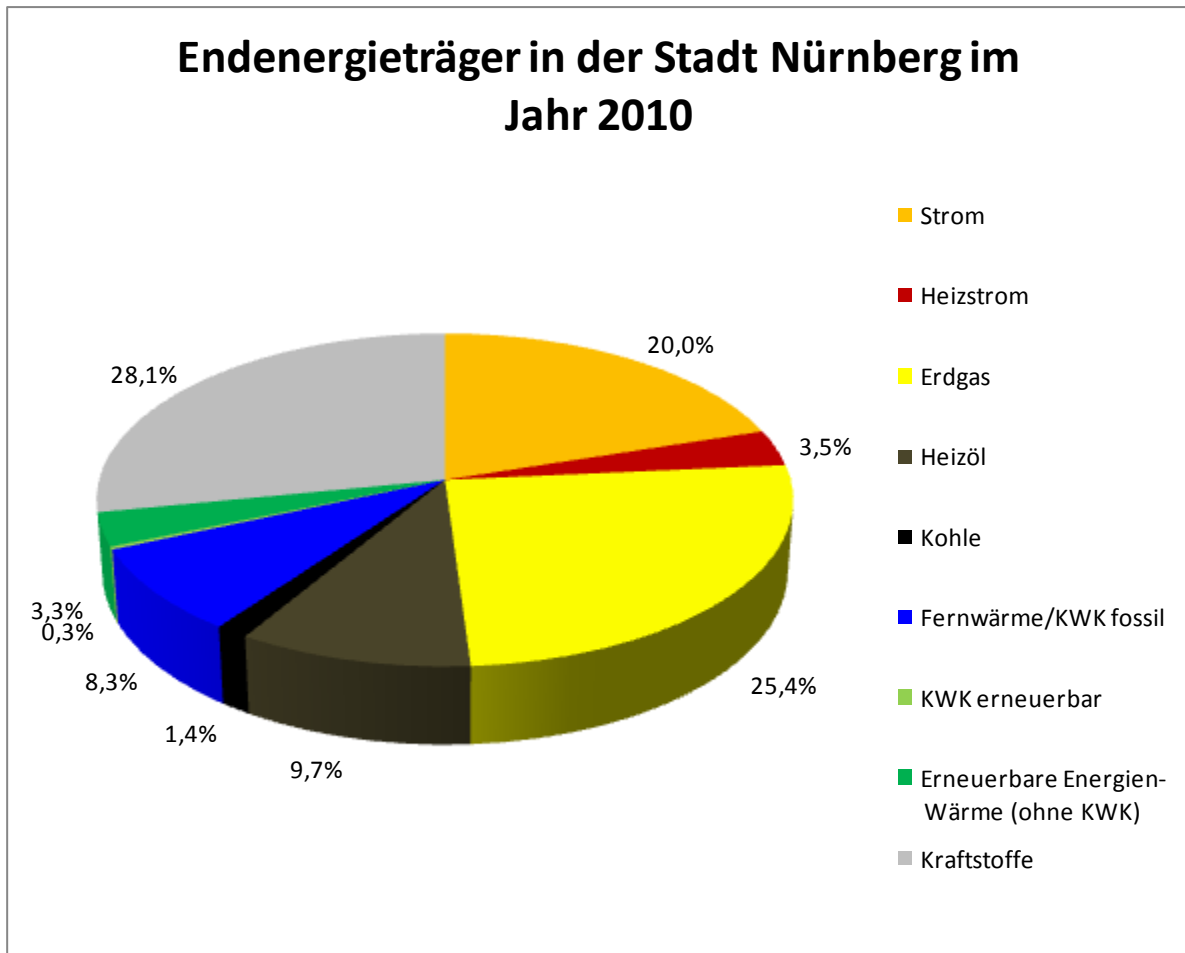


Abbildung 63: Verteilung der Endenergieträger im Jahr 2010 (IST-Zustand)

Der Endenergieeinsatz beruht in etwa zu drei Vierteln auf den Energieträgern elektrischer Strom, Erdgas und Kraftstoffe. Während der elektrische Strom entsprechend dem bundesdeutschen Strommix im Jahr zu ca. 18 Prozent aus Erneuerbaren Energien stammt¹¹, beruhen Erdgas und Kraftstoffe nahezu ausschließlich auf fossilen Energiequellen. Die Bedeutung von Heizöl und Kohle hat bereits kontinuierlich abgenommen. Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung und die Erneuerbaren Energien stellen bereits einen gewissen Anteil umweltfreundlicher Energieversorgung dar. Ausgehend vom IST-Zustand des Jahres 2010 lassen sich für die einzelnen drei Szenarien die Entwicklungen bis zum Jahr 2050 beschreiben.

Es werden folgenden drei Szenarien zur Untersuchung der Zukunftsentwicklungen beschrieben:

- Referenzszenario mit Sanierungsquote 1,2 % im Gebäudebereich
- Klimaschutz-Szenario Sanierungsquote 1,5 % im Gebäudebereich

¹¹ Im Jahr 2011 beträgt der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Deutschland bereits 20 Prozent.

- Best Practice-Szenario Sanierungsquote 2,0 % im Gebäudebereich

7.1.2 Basisszenario als Referenzszenario – Endenergieverbrauch nach Endenergieträgern

Das Referenzszenario schreibt den Endenergieverbrauch auf der Basis der bisherigen Entwicklungen fort. Der Endenergieverbrauch nimmt im Referenzszenario sukzessive ab. Die Anteile der Erneuerbaren Energien und der erneuerbaren KWK nehmen prozentual zu, während die fossilen Energieträger Erdgas, Heizöl und Kohle prozentual und in absoluten Zahlen abnehmen. Der steigende Anteil der Erneuerbaren Energien in der Stromerzeugung trägt zusätzlich dem Klimaschutzaspekt bei. Es wird davon ausgegangen, dass die Beschlüsse der Energiewende vom 06.06.2011 umgesetzt werden. Diese sehen u.a. eine Verdopplung des Anteils Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch von 17 Prozent auf 35 Prozent bereits bis zum Jahr 2020 vor.

Der Endenergieverbrauch nimmt in der Stadt Nürnberg im Zeitraum 2010-2050 um ca. 32 Prozent ab.

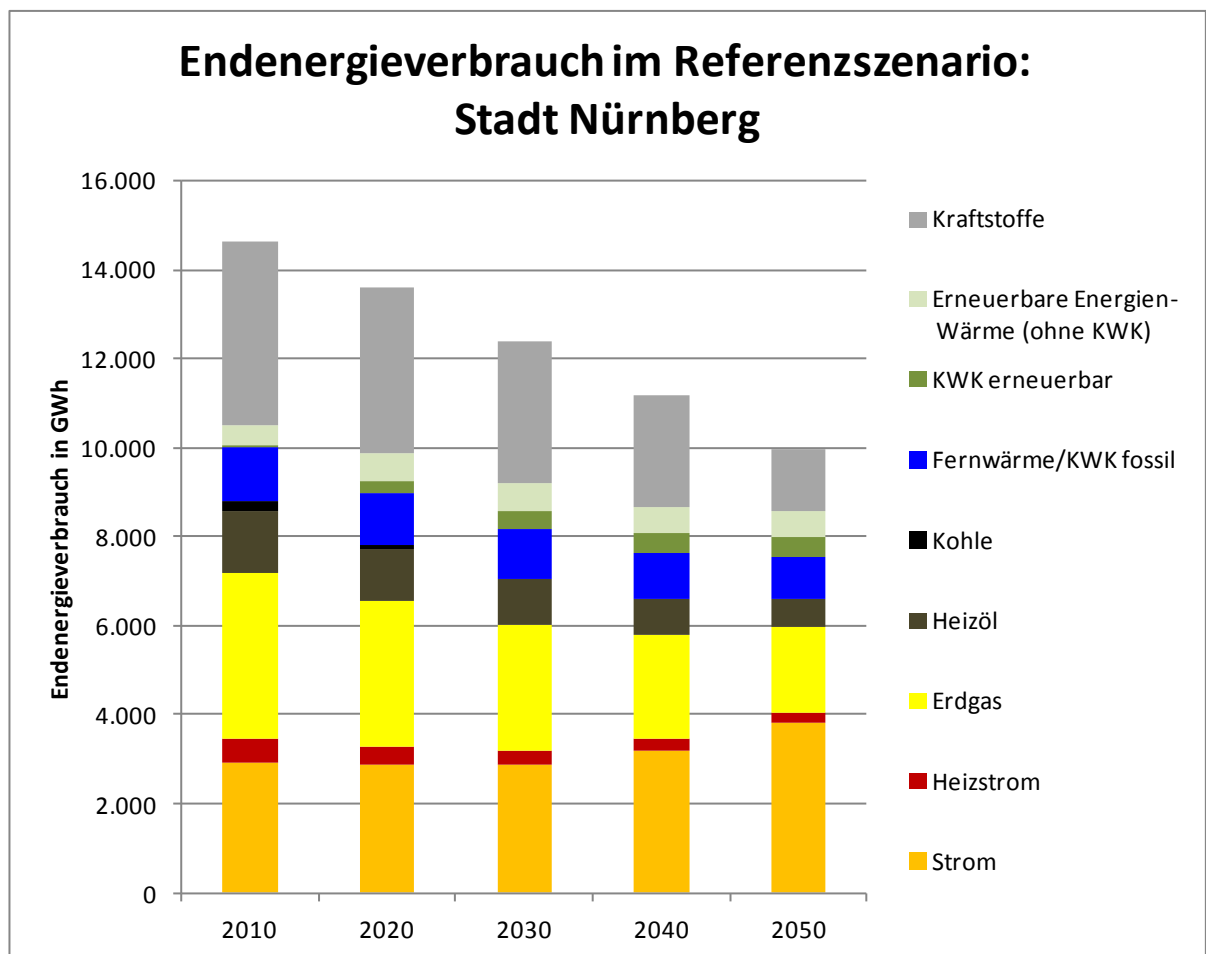


Abbildung 64: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Referenzszenario

Die Verteilung der Endenergieträger im Jahr 2050 zeigt, dass der Anteil von Erdgas, Kraftstoffen und elektrischem Strom noch ca. zwei Drittel des Gesamtverbrauchs ausmacht. Der Heizölanteil deutlich abgesunken, während Kohle nicht mehr verbraucht wird. Die Erneuerbaren Energien haben bereits einen beträchtlichen Anteil am Endenergieverbrauch eingenommen.

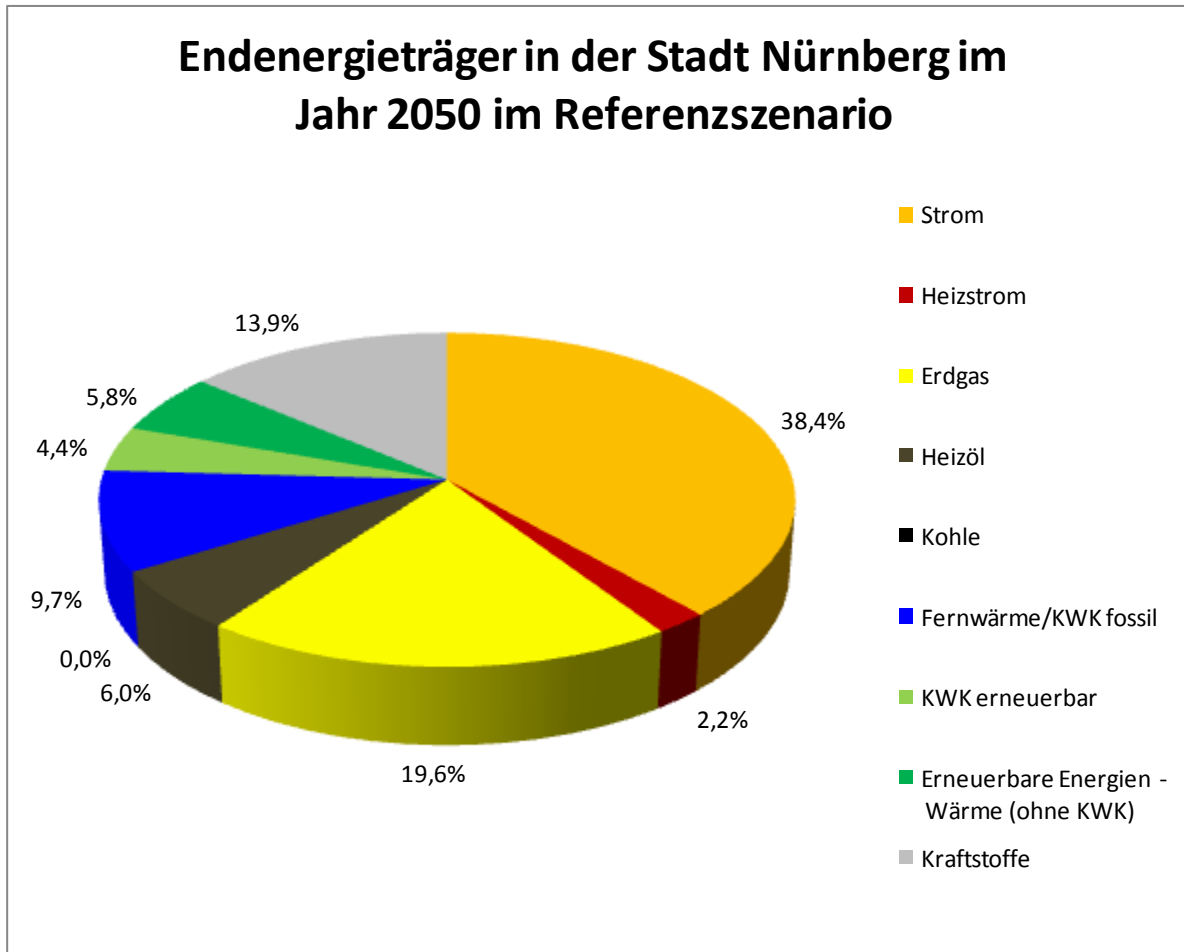


Abbildung 65: Verteilung der Endenergieträger im Jahr 2050 – Referenzszenario

7.1.3 Klimaschutz-Szenario – Endenergieverbrauch nach Endenergieträgern

Das Klimaschutz-Szenario geht davon aus, dass die Anstrengungen zur Energieeinsparung im Vergleich zum Referenzszenario deutlich intensiviert werden. Dies ist in Anbetracht steigender Energiepreise und der Versorgungssicherheit durchaus eine sinnvolle Strategie. Dabei wird auf die beste verfügbare Energieeffizienztechnologie zurückgegriffen. Die Einspareffekte sind damit höher als im Referenzszenario und lassen eine Reduktion des Endenergieverbrauch zwischen 2010 und 2050 um ca. 50 Prozent erwarten. Der Anteil der fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl nimmt ab, während Kohle als Brennstoff bereits im Jahr 2020 keine Rolle mehr spielt. Der Einfluss der Erneuerbaren Energien direkt als Brenn-

stoff, in der KWK und als regenerativer Anteil im Stromverbrauch steigt. Der Endenergieverbrauch des Verkehrsektors nimmt durch effizientere Fahrzeuge, die Elektromobilität und die Nutzung des ÖPNV deutlich ab.

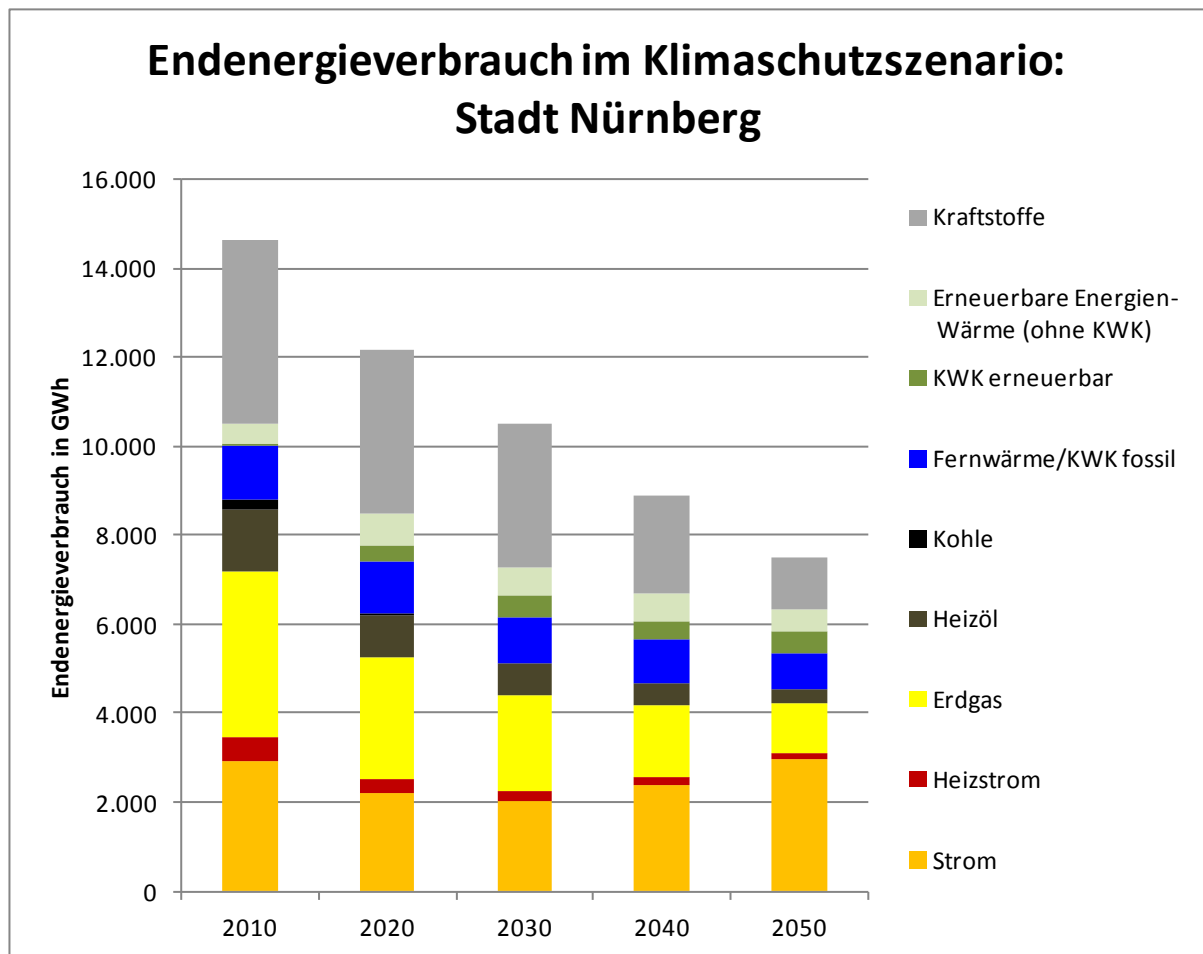


Abbildung 66: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Klimaschutzscenario

Die Verteilung der Endenergieträger zeigt den gestiegenen Anteil der Erneuerbaren Energien in der KWK und der Wärmeerzeugung ohne KWK. Auch die Fernwärme nimmt prozentual zu. Die fossilen Brennstoffe und die Kraftstoffe verlieren an Bedeutung.

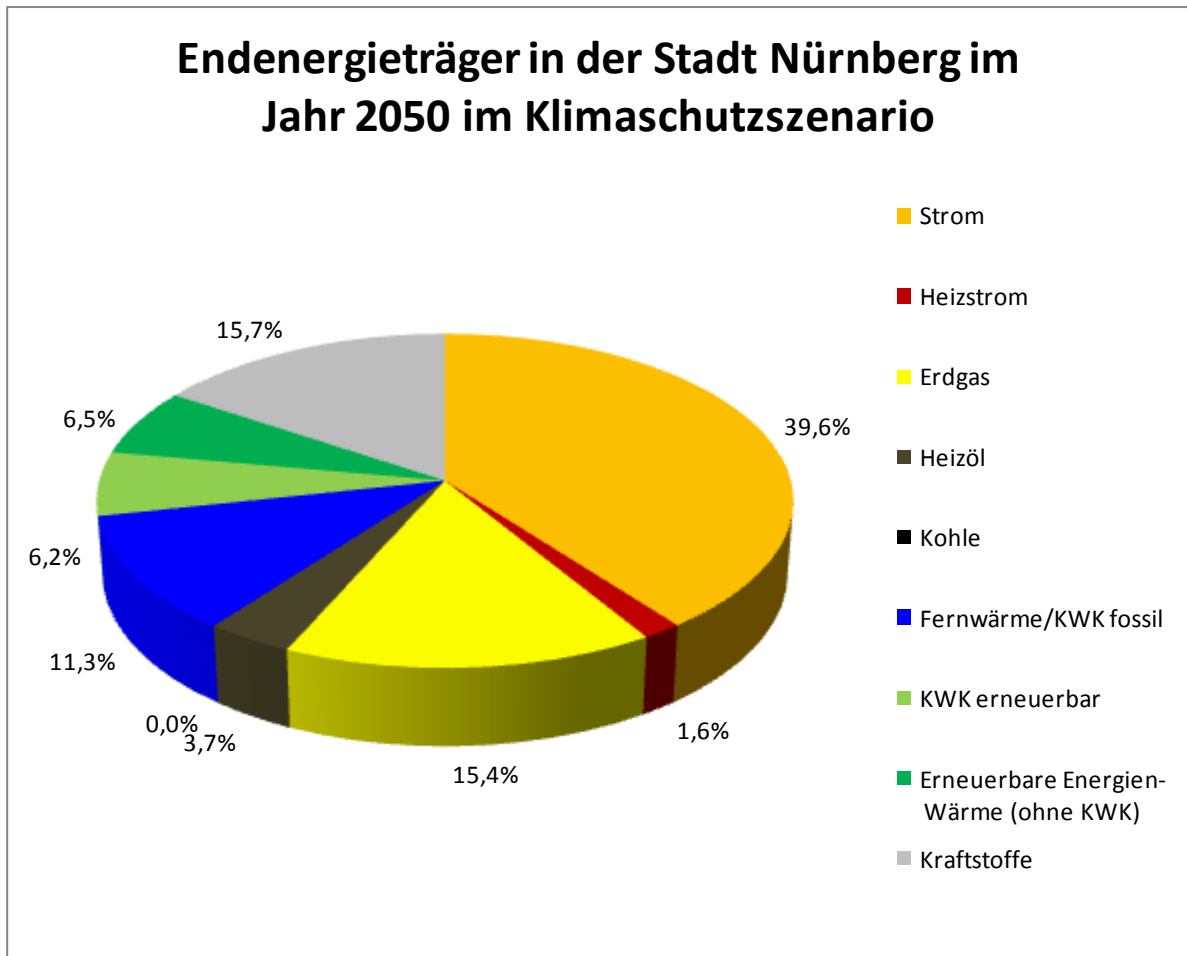


Abbildung 67: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Klimaschutz-Szenario

7.1.4 Best-Practice-Szenario – Endenergieverbrauch nach Endenergieträgern

Das Best-Practice-Szenario führt die Anstrengungen des Klimaschutz-Szenarios noch weiter, indem es neben dem Ausschöpfen der Effizienzpotenziale und ein umweltbewusstes Handeln voraussetzt. Der Klimaschutzgedanke wird intensiv praktiziert, wobei auch in gewissen Bereichen und Situation Konsum- und Komfortverzicht akzeptiert wird. Der Endenergieverbrauch kann im Zeitraum 2010-2050 bei einer Endenergieeinsparung von ca. 62 Prozent mehr als halbiert werden. Es ergibt sich auch eine starke Reduktion der fossilen Energieträger zugunsten der Erneuerbaren Energien. Lediglich die Verwendung von Erdgas ist noch in nennenswerter Größenordnung, da es zur Fernwärmeerzeugung in KWK, zur dezentralen KWK oder dezentralen Wärmeerzeugung ohne KWK eingesetzt wird. Der Endenergieverbrauch an Kraftstoffen, die sukzessive einen höheren Anteil an Biokraftstoffen besitzen, nimmt durch die Elektromobilität deutlich ab.

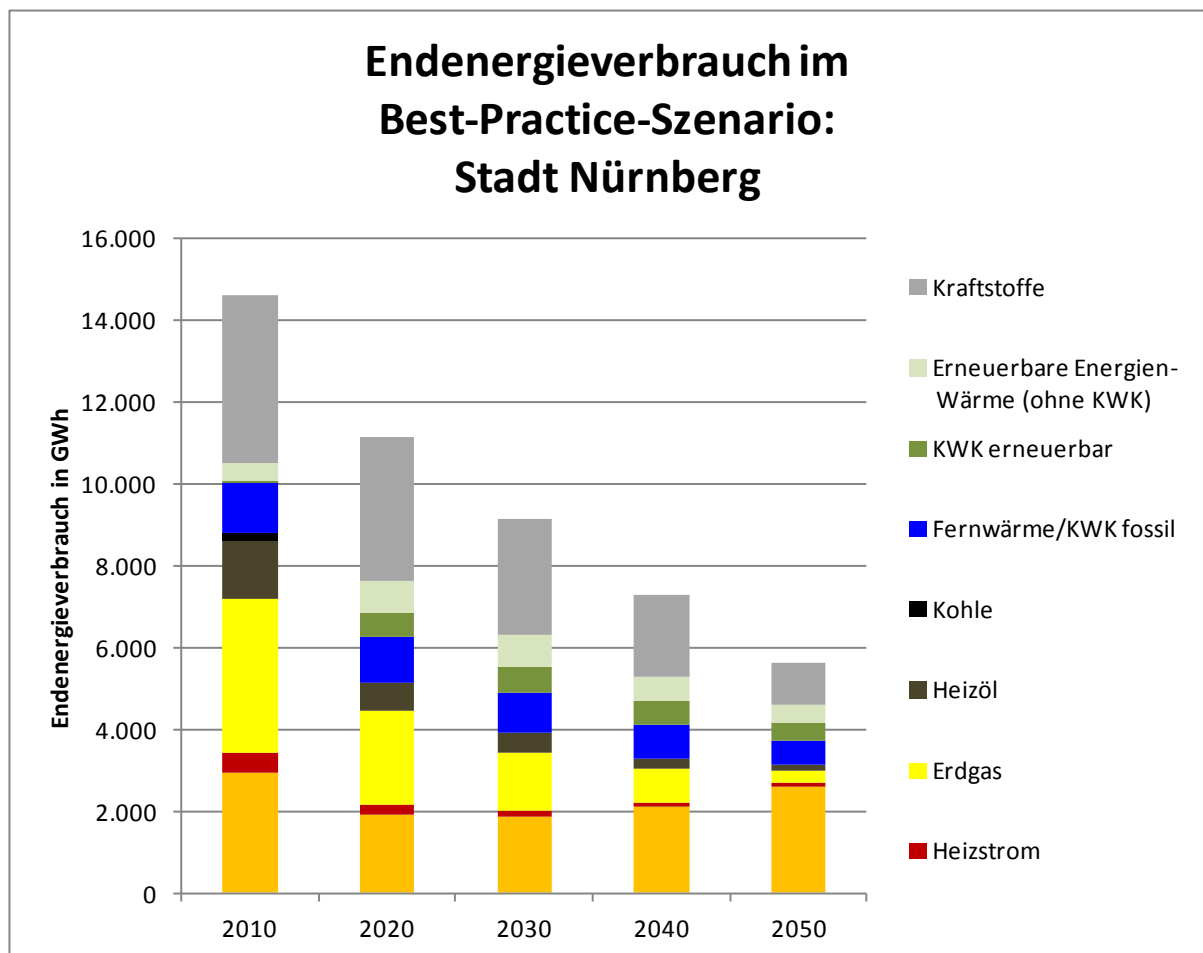


Abbildung 68: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Best-Practice-Szenario

Die Bedeutung des elektrischen Stromes am Energiemix nimmt im Best-Practice-Szenario zu, da ein immer größerer Anteil des Stromes regenerativ erzeugt wird. Die fossilen Energieträger haben zugunsten der KWK und der Erneuerbaren Energien an Bedeutung verloren. Dies ist aus Gründen des Klimaschutzes sehr zu begrüßen.

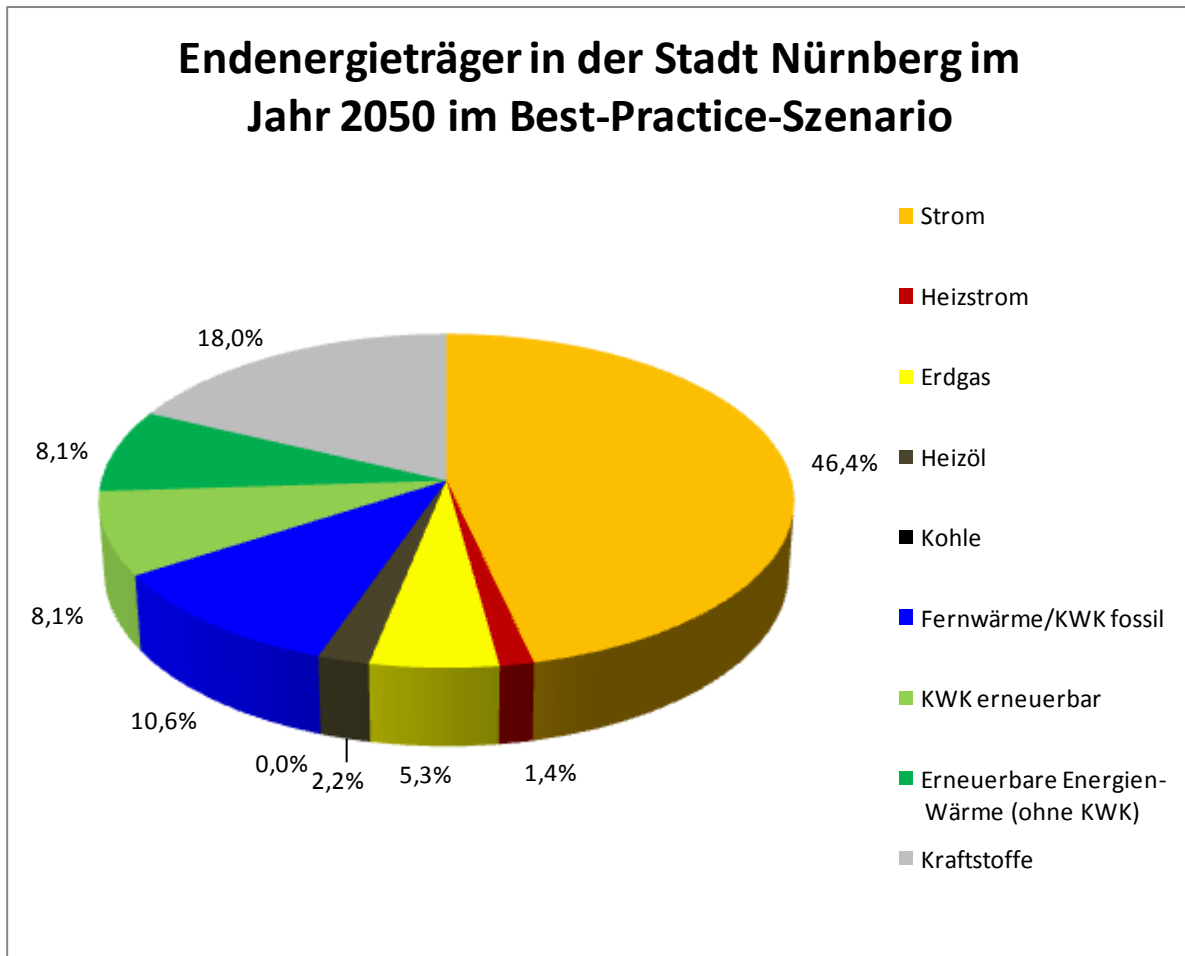


Abbildung 69: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Best-Practice-Szenario

7.1.5 Referenzszenario – CO₂-Emissionen nach Endenergieträgern

Der Verlauf der CO₂-Emissionen ist über die spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren der Energieträger an die Entwicklung des Endenergieverbrauchs gekoppelt. So weisen die fossilen Energieträger deutlich höhere CO₂-Emissionsfaktoren auf als die Erneuerbaren Energieträger oder die KWK. Der elektrische Strom besitzt zwar im Jahr 2010 infolge des hohen Anteils fossiler Brennstoffe und des niedrigen Gesamtwirkungsgrad in der Stromerzeugung noch einen sehr ungünstigen CO₂-Emissionsfaktor, durch den steigenden Anteil Erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung wird dieser aber sukzessive sinken. Die CO₂-Emissionen in der Stadt Nürnberg werden deshalb selbst im Referenzszenario im Zeitraum 2010 – 2050 bereits mehr als halbiert. Die CO₂-Emissionen im Jahr 2010 von ca. 4,5 Mio. Tonnen CO₂ werden noch um die KWK-Gutschrift (fossile KWK) auf effektive ca. 4,2 Mio. Tonnen CO₂ reduziert. Im Jahr 2050 betragen die effektiven CO₂-Emissionen ca. 1,5 Mio. Tonnen CO₂. Die CO₂-Emissionen werden im Zeitraum 2010-2050 um ca. 65 Prozent vermindert. Die CO₂-Emissionen entfallen hauptsächlich auf den Verbrauch von elektrischem

Strom, Erdgas, Heizöl und Kraftstoffen. Die Bedeutung des Heizöls sinkt durch den stetig schwindende Einsatz als Energieträger. Der Anteil des Stroms nimmt ebenfalls ab, allerdings durch umweltfreundlichere Stromerzeugung mit steigendem Anteil Erneuerbarer Energien. Die Gutschrift der fossilen KWK für den simultan erzeugten Strom wirkt sich vorteilhaft für die gesamten CO₂-Emissionen aus. Eine KWK-Gutschrift für die Erneuerbare KWK erfolgt aus Gründen der Systematik nicht. Denn die in Nürnberg erzeugten Strommengen gehen wie die gesamte regenerative Stromerzeugung in Deutschland in den bundesdeutschen Strommix ein. Der bundesdeutsche Strommix wird auf den Stromverbrauch in der Stadt Nürnberg bereits angewendet, sodass ein nochmaliges Ansetzen einer Erneuerbaren KWK-Gutschrift nicht möglich ist. Die KWK-Gutschrift nimmt allerdings im Laufe der Zeit sukzessive ab. Denn der fossile KWK-Strom verdrängt Strom, der mit der Zeit selbst umweltfreundlicher erzeugt wird.

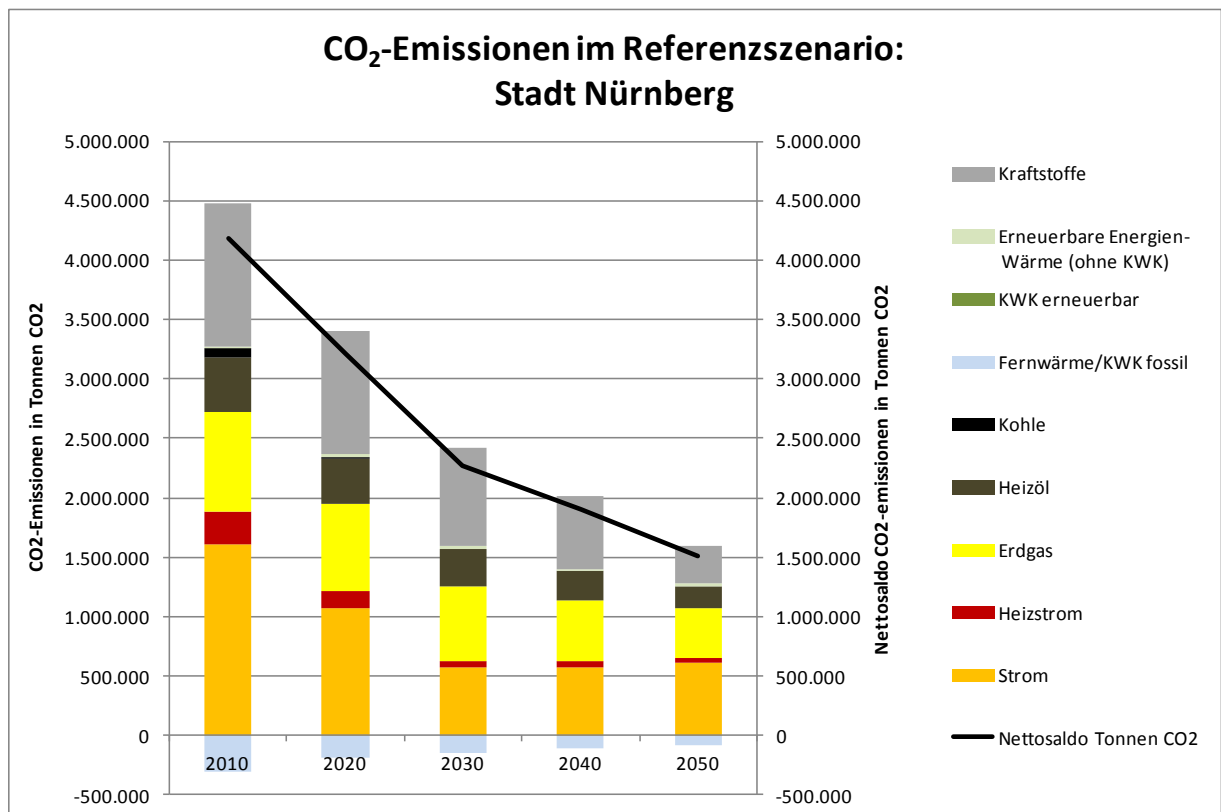


Abbildung 70: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Endenergieträgern im Referenzszenario

7.1.6 Klimaschutzszenario – CO₂-Emissionen nach Endenergieträgern

Das Klimaschutzszenario bildet nicht nur die deutlichen Endenergieeinsparungen ab, sondern hält dadurch auch eine hohe CO₂-Reduktion im Verlauf der nächsten Jahrzehnte für möglich. Der zentrale Effekt in diesem Szenario ist die starke Senkung der strombedingten CO₂-Emissionen durch den steigenden Anteil der Erneuerbaren Energien im bundesdeutschen Strommix, der aus den Vorgaben des Klimabündnis e.V. für die Bewertung des Stromverbrauchs in der Stadt Nürnberg herangezogen wird. Im Jahr 2011 beträgt der Anteil

der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung ca. 20 Prozent. Bis zum Jahr 2020 soll dieser Wert auf 35 Prozent ausgebaut werden, bis es im Jahre 2050 dann 80 Prozent regenerative Stromerzeugung sind. Weitere Effekte, die die CO₂-Emissionen im Zeitraum 2010-2050 um ca. 74 Prozent reduzieren, sind die zunehmende Nutzung von Biokraftstoffen im Verkehrssektor und die allgemein die Verminderung des Verbrauchs fossiler Energieträger. Die KWK-Gutschrift nimmt in diesem Szenario noch schneller ab.

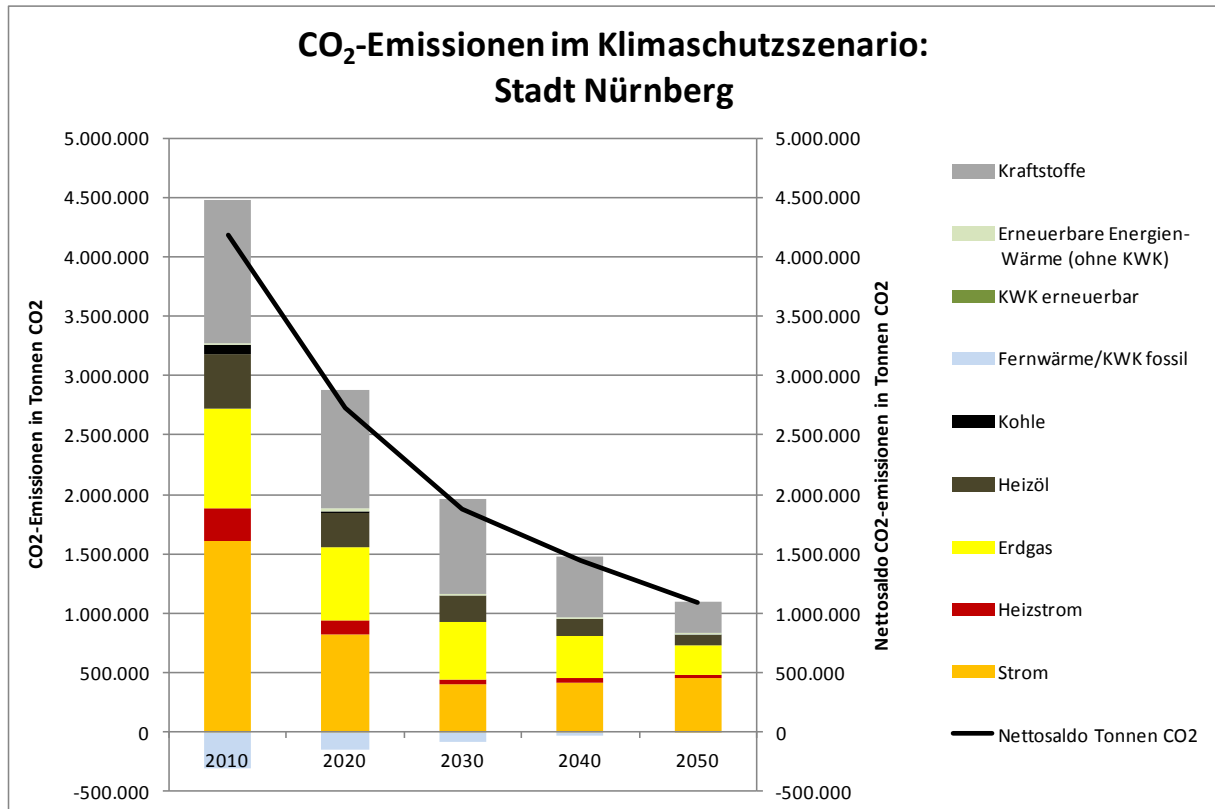


Abbildung 71: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Endenergieträgern im Klimaschutzszenario

7.1.7 Best-Practice-Szenario – CO₂-Emissionen nach Endenergieträgern

Das Best-Practice-Szenario spiegelt die stärkste Reduktion der CO₂-Emissionen wieder. Die CO₂-Emissionen nehmen effektiv unter Berücksichtigung der KWK-Gutschrift zwischen 2010 und 2050 um 81 Prozent ab. Der hohe Anteil regenerativ erzeugten Stroms im bundesdeutschen Strommix, die Verwendung von Biokraftstoffen und Elektromobilität und die Substitution fossiler Brennstoffe durch Erneuerbare Energien bzw. KWK-Wärme ermöglichen diese Entwicklung.

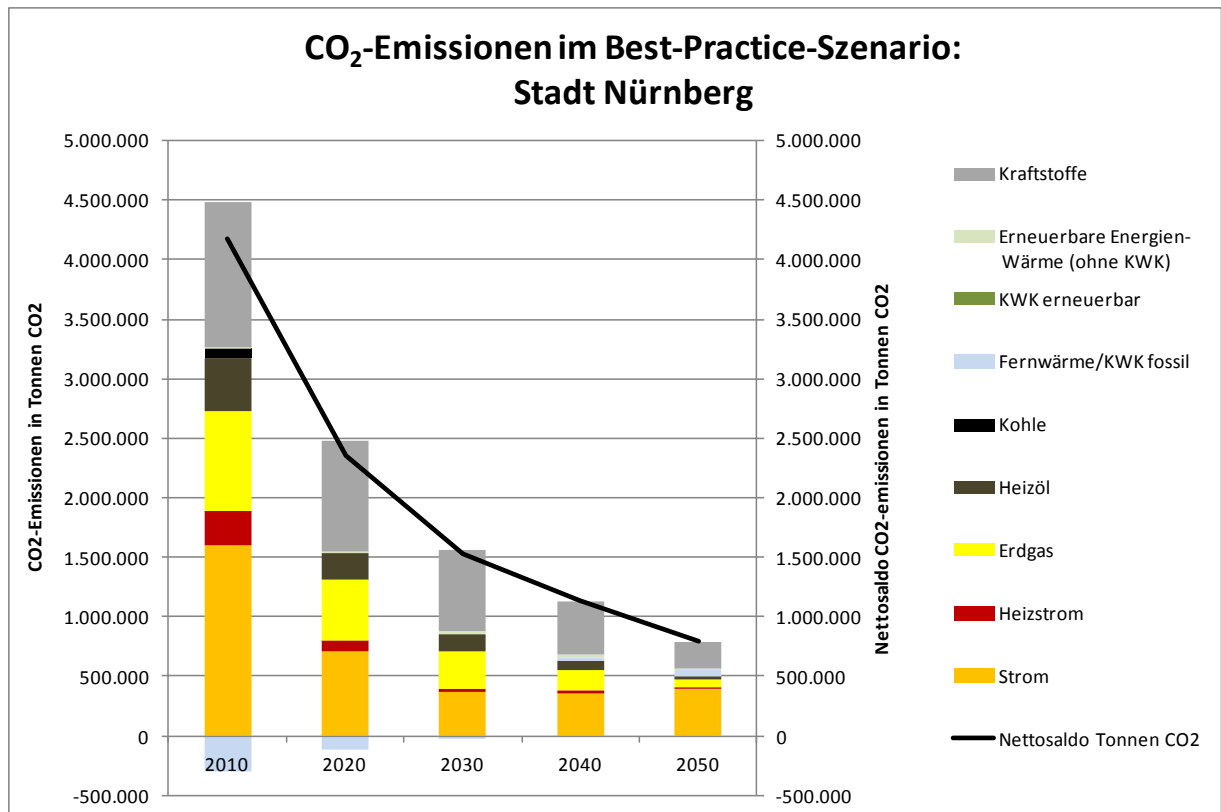


Abbildung 72: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Endenergieträgern im Best-Practice-Szenario

Diese hohen CO₂-Einsparungen sind in der Stadt Nürnberg nur mit deutlichen Anstrengungen bei Energieeinsatz und Energieerzeugung erreichbar. Dafür müssen in den einzelnen Sektoren die Effizienzpotenziale intensiv erschlossen werden. Dazu werden die einzelnen Sektoren in den folgenden Kapiteln genauer betrachtet.

7.2 Endenergieverbrauch und CO₂-Emissionen in den Sektoren

7.2.1 Übersicht der Sektoren

Analog zu der Differenzierung der Wirtschaftssektoren des Bundesministeriums für Wirtschaft für den Endenergieverbrauch werden auch in der Stadt Nürnberg folgende vier Sektoren unterschieden:

- Private Haushalte (PHH)
- Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD, inkl. kommunalem Sektor)
- Industrie (IND)
- Verkehr

Der kommunale Bereich stellt einen Teilbereich des Sektors Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) dar. Der Endenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen sind in den

entsprechenden Werten des Sektors GHD enthalten. Da der kommunale Sektor nur einen geringen Anteil am gesamten Endenergieverbrauch in der Stadt Nürnberg einnimmt, wird er nicht als eigener Sektor dargestellt. Er wird aber in einer separaten Betrachtung in Bezug auf Endenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen individuell dargestellt.

7.2.2 Private Haushalte

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte teilt sich in folgende Anwendungsbereiche auf:

- Raumwärmeerzeugung und Warmwasserbereitung
- Lüftung, Kühlung und Klimatisierung
- Haushaltsstrom für Kochen, Waschen, Kühlschrank etc.
- Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien

Derzeit liegt der Schwerpunkt des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte im Verbrauch der Wohngebäude. Der Endenergieverbrauch des Verkehrs ist für die Sektoren private Haushalte, Industrie und Gewerbe und den kommunalen Sektor im eigenen Sektor „Verkehr“ enthalten.

7.2.3 Industriesektor

Der Sektor Industrie ist in Nürnberg durch einen Branchenmix vertreten, der besonders auf den Wirtschaftszweigen Energie- und Antriebstechnik, Fahrzeugbau, Verlags- und Druckgewerbe, Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelechnik, Optik und Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik überdurchschnittlich stark basiert. Dagegen sind besonders energieintensive Branchen wie die chemische Industrie, Herstellung von Metallerzeugnissen und die Glas- und Keramikindustrie in der Stadt Nürnberg weniger repräsentiert als im Bundesdurchschnitt.¹² Der Sektor Industrie weist im Allgemeinen ein geringeres prozentuales Energieeinsparpotenzial auf als der Sektor GHD. Dies liegt besonders in der benötigten Prozessenergie und dem Strombedarf.

7.2.4 Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen

Der Sektor GHD hat in der Stadt Nürnberg im Energieverbrauch einen höheren Anteil als der Industriesektor. Die prozentualen Energieeinsparpotenzial sind im GHD-Sektor auch größer. Denn der Energieverbrauch der gewerblichen Gebäude nimmt hier einen höheren Anteil im

¹² Vgl. Wirtschaftsbericht 2009 – Daten, Konzepte, Initiativen, Stadt Nürnberg (Hrsg.), Wirtschaftsreferat der Stadt Nürnberg, Nürnberg, 04/2010, S.4

Energieverbrauch ein. Da für die Gebäude sektorenübergreifend relativ hohe Einsparpotenziale zu erreichen sind, wirkt sich dies im GHD-Sektor deutlicher aus.

Der kommunale Sektor mit den Liegenschaften der Stadt Nürnberg bildet einen Teilbereich des Sektors GHD, da der kommunale Bereich i.d.R. den Dienstleistungen zugeordnet wird.

7.2.5 Endenergieverbrauch nach Sektoren im Referenzszenario

Im Referenzszenario wird bereits die Bedeutung der einzelnen Sektoren deutlich. Die privaten Haushalte nehmen im Jahr 2010 mit ca. einem Drittel den größten Anteil im Energieverbrauch ein. Dies liegt besonders am großen Gebäudebestand der Wohngebäude. Da in der Stadt Nürnberg im Jahr 2010 keine große Agglomeration von sehr energieintensiven Industriezweige wie Metallerzeugung oder Chemieindustrie vorliegen, ist der industrielle Anteil am Endenergieverbrauch überschaubar. Industrie und GHD nehmen zusammen ca. 40 Prozent des Endenergieverbrauchs im Jahr 2010 ein. Im Zeitraum 2010 bis 2050 kann der Endenergieverbrauch in den Sektoren GHD und Private Haushalte deutlich reduziert werden. Dagegen sind die Einsparmöglichkeiten in den Sektoren Industrie und Verkehr geringer. In der Industrie ist dies durch den globalen Verdrängungswettbewerb auf den internationalen Märkten begründet, der von den Unternehmen für eine erfolgreiche Geschäftstätigkeit eine steigende Produktion erfordert. Im Verkehrsbereich ist der Energieaufwand für den hohen Anteil des Individualverkehrs weiterhin recht hoch. Die Verwendung von sparsameren Fahrzeugen und die Nutzung der Elektromobilität bzw. des ÖPNV wirken sich erst bei den CO₂-Emissionen deutlicher aus. Der gesamte Endenergieverbrauch der vier Sektoren sinkt im Zeitraum 2010 bis 2050 um ca. 32 Prozent.

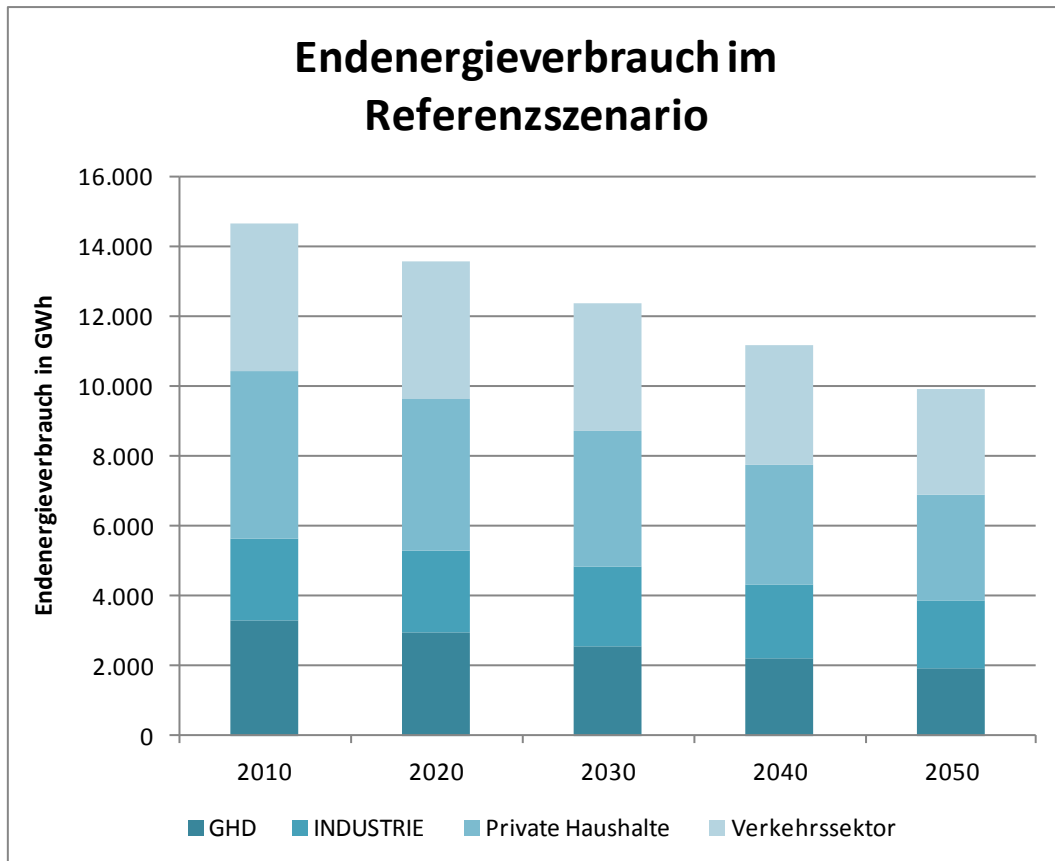


Abbildung 73: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren im Referenzszenario

7.2.6 Endenergieverbrauch nach Sektoren im Klimaschutz-Szenario

Das Klimaschutz-Szenario versucht, das Energiesparpotenzial in den Sektoren intensiver zu erschließen. In den Sektoren Private Haushalte, GHD und dem Verkehrssektor können beträchtliche Potenziale erschlossen werden. Auch der Industriesektor zeigt bis 2050 einen leichten Rückgang des Endenergieverbrauchs. Der gesamte Endenergieverbrauch der vier Sektoren sinkt im Zeitraum 2010 bis 2050 um ca. 50 Prozent. Auch hier bilden die privaten Haushalte das größte Einsparpotenzial, da besonders der Heizwärmebedarf durch eine umfassende Wärmedämmung der Gebäude stark reduziert werden kann.

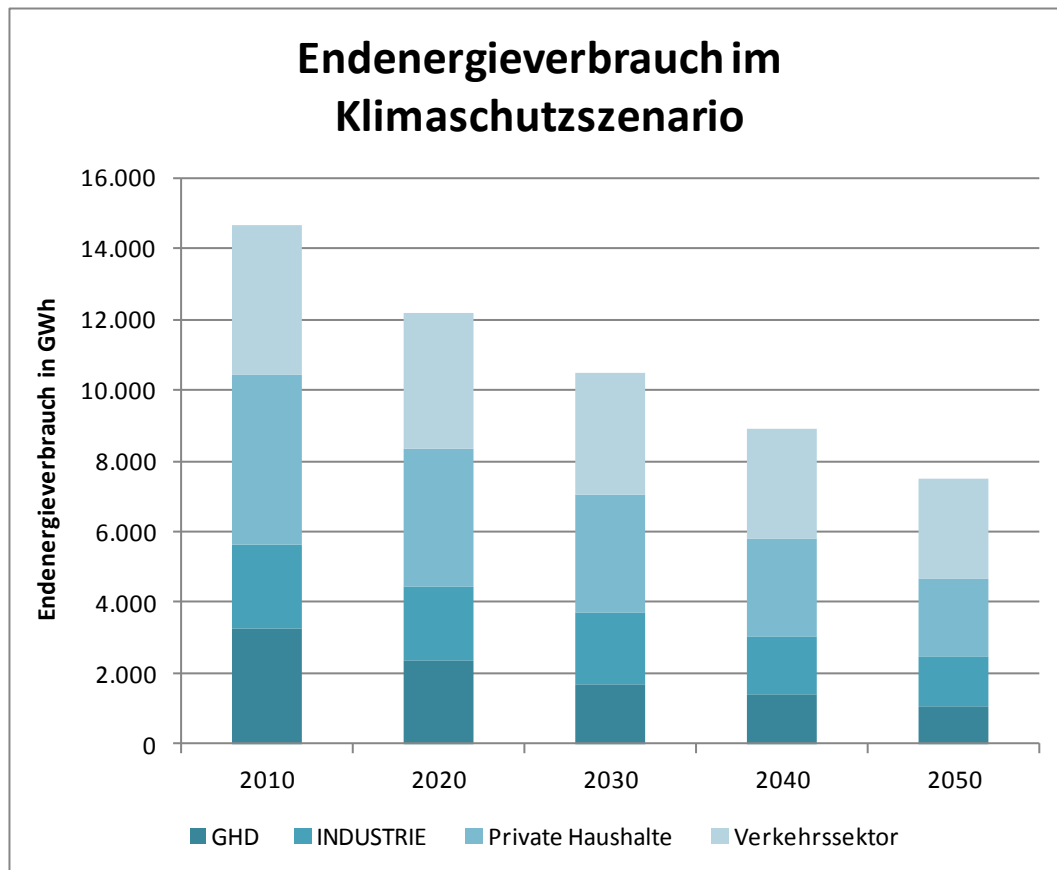


Abbildung 74: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren im Klimaschutzszenario

7.2.7 Endenergieverbrauch nach Sektoren im Best-Practice-Szenario

Das Best-Practice-Szenario schöpft die Energiesparpotenziale bis zum Jahr 2050 am stärksten aus. Der gesamte Endenergieverbrauch der vier Sektoren wird auf ca. 38 Prozent im Zeitraum 2010 bis 2050 reduziert. Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte wird gegenüber dem Effizienzscenario noch einmal gesenkt, um das Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestandes zu erreichen. Die Sektoren GHD, Industrie und Verkehr besitzen ebenfalls deutliche Einsparpotenziale. In Verbindung mit der umweltfreundlicheren Energieerzeugung auf Basis der Erneuerbaren Energien stellt das Klimaschutzszenario eine nachhaltige Gestaltung der Zukunft dar.

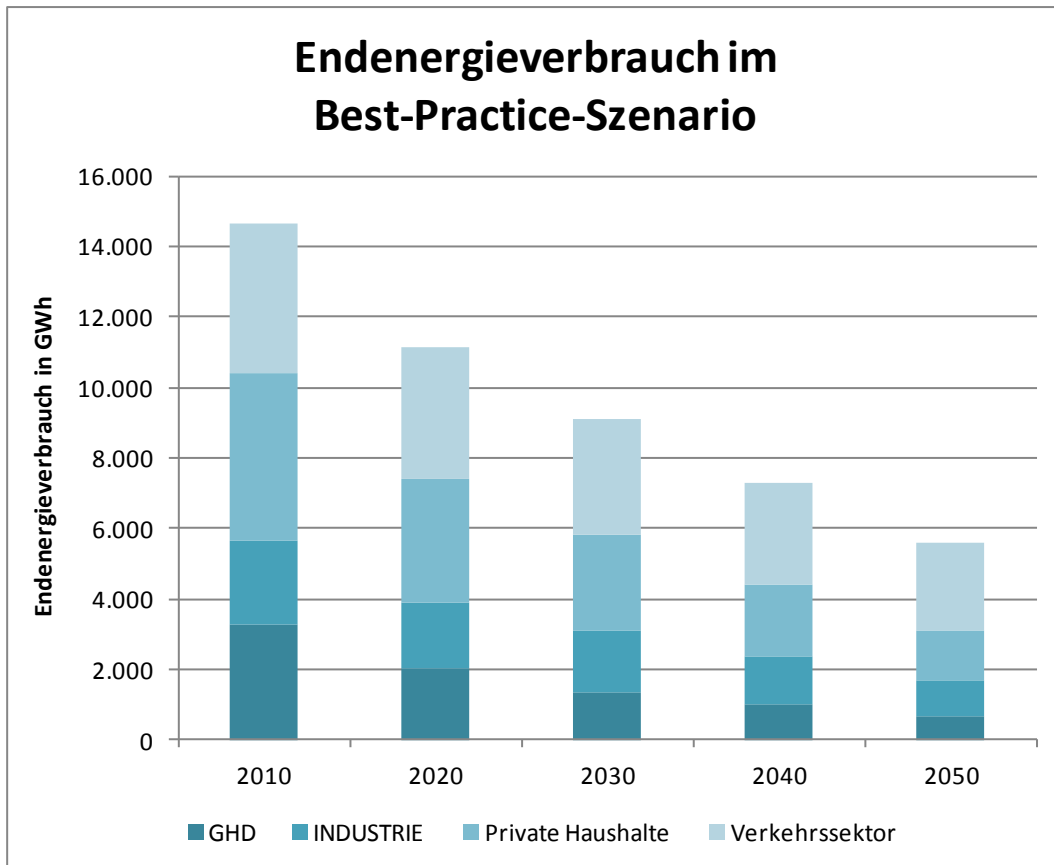


Abbildung 75: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren im Best-Practice-Szenario

7.2.8 CO₂-Emissionen nach Sektoren im Referenzszenario

Die gesamten CO₂-Emissionen der vier Sektoren nehmen im Referenzszenario im Zeitraum 2010 bis 2050 um 64 Prozent ab. Die Gründe liegen in der steigenden Energieeffizienz beim Endenergieverbrauch und der umweltfreundlicheren Strom- und Wärmeerzeugung durch die Erneuerbaren Energien. Größter CO₂-Emittent ist der Verkehrssektor, da trotz zunehmendem Einsatz von Biokraftstoffen noch die fossilen Kraftstoffe verwendet werden. Bis 2050 ist eine Halbierung der CO₂-Emissionen im Verkehrssektor zu erwarten. Dagegen können die CO₂-Emissionen des Sektors privaten Haushalten, GHD und Industrie jeweils um ungefähr zwei Drittel reduziert werden.

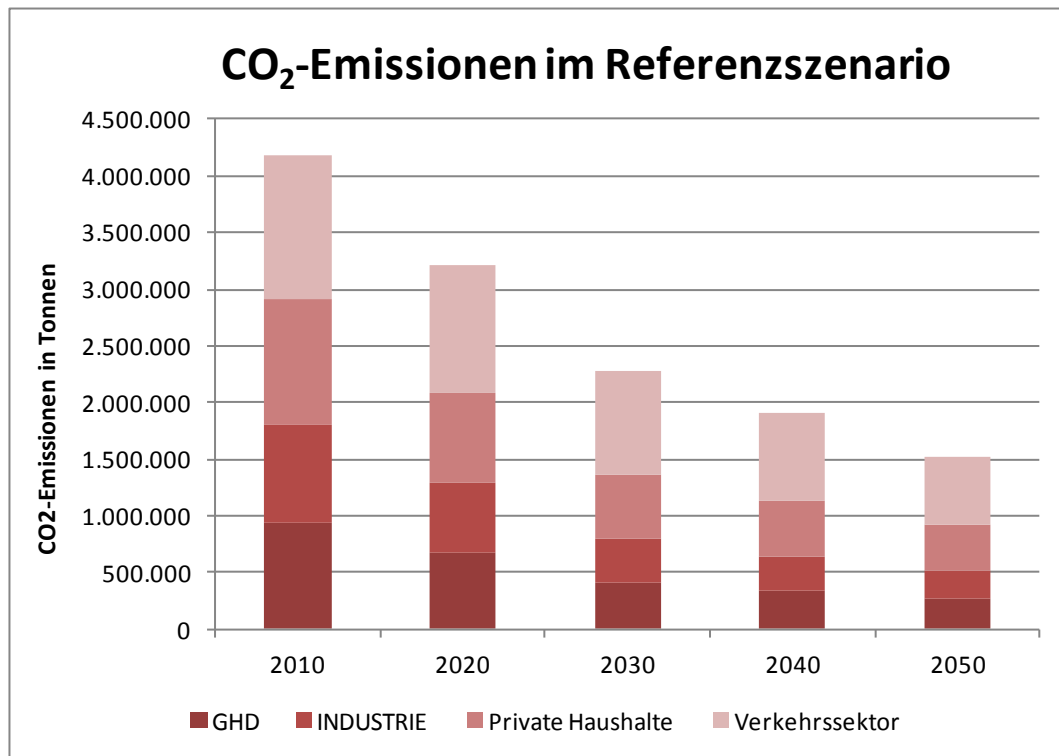


Abbildung 76: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Sektoren im Referenzszenario

7.2.9 CO₂-Emissionen nach Sektoren im Klimaschutzszenario

Die CO₂-Emissionen im Klimaschutzszenario werden im Zeitraum 2010 bis 2050 um 74 Prozent reduziert. Große Einspareffekte zeigen sich in allen Sektoren, besonders aber in den Sektoren GHD und Industrie. Im Verkehrssektor werden die etwas mehr als halbiert, während sie im Sektor der privaten Haushalte um drei Viertel sinken.

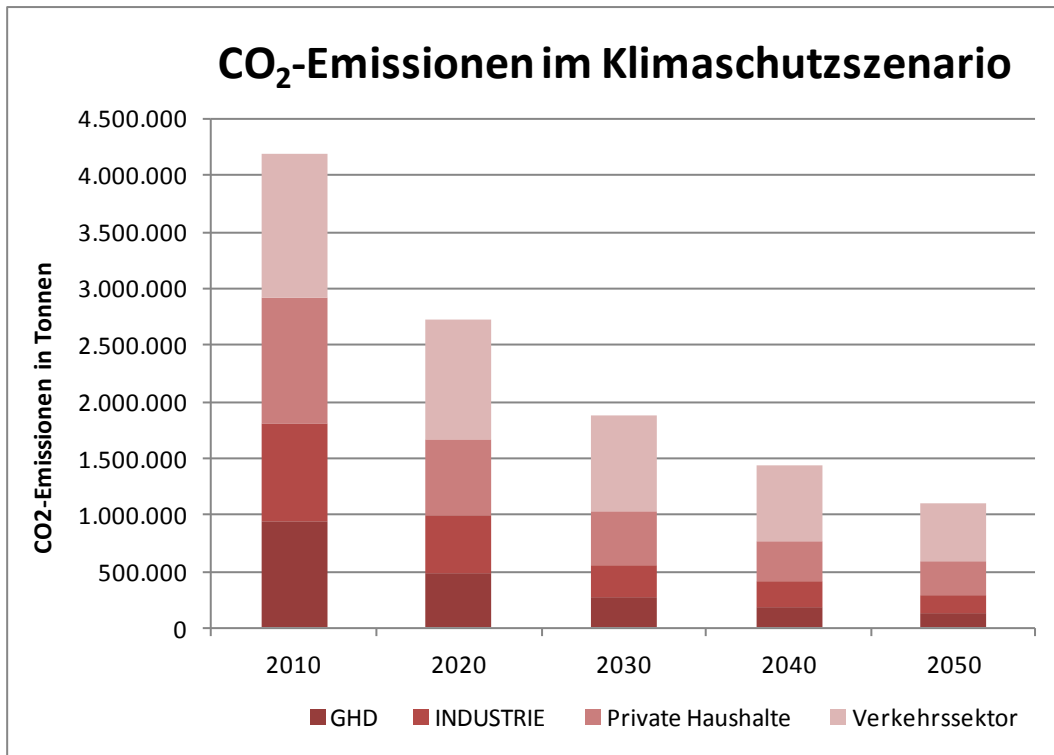


Abbildung 77: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Sektoren im Klimaschutzscenario

7.2.10 CO₂-Emissionen nach Sektoren im Best-Practice-Szenario

Das Best-Practice-Szenario zeigt, dass in der Stadt Nürnberg eine Senkung der CO₂-Emissionen um ca. 80 Prozent im Zeitraum 2010 bis 2050 möglich ist. Durch die Ausschöpfung des Energieeffizienzpotenzials und den Einsatz von Erneuerbaren Energien und KWK können in allen Sektoren bedeutende CO₂-Reduktionen erreicht werden. In den Sektoren GHD, Industrie und private Haushalte sinke die CO₂-Emissionen im Jahr 2050 auf ein Niveau von ca. 10-15 Prozent des Niveaus von 2010. Im Verkehrssektor werden die CO₂-Emissionen um zwei Drittel reduziert.

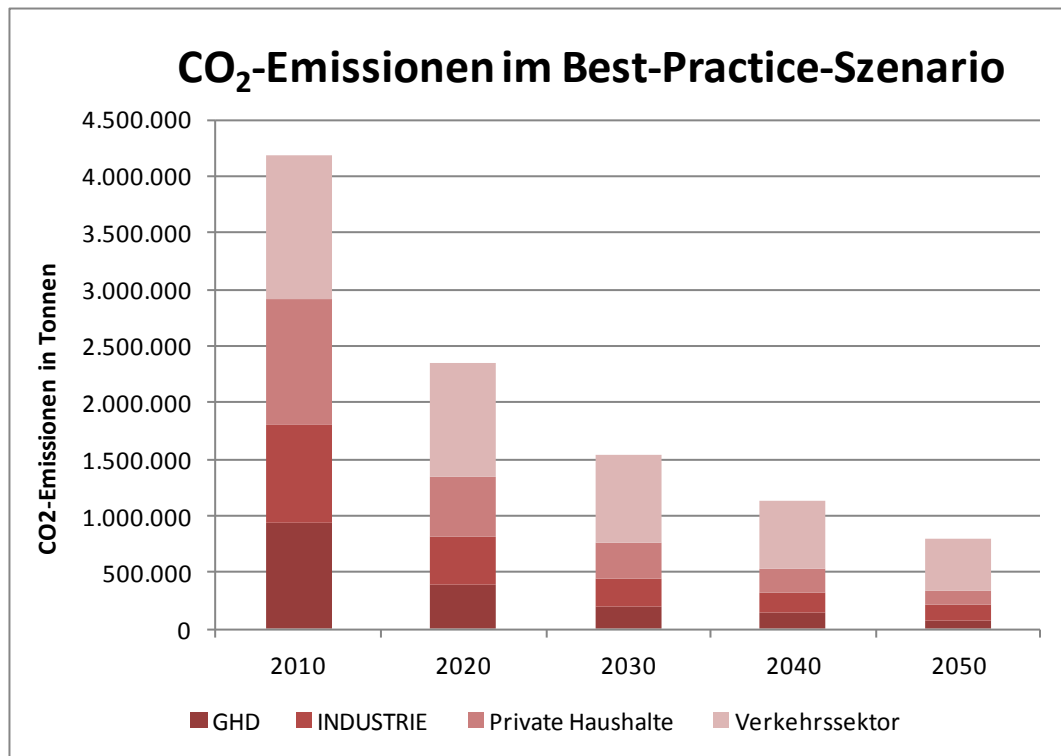


Abbildung 78: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Sektoren im Klimaschutzszenario

7.3 Wärmebedarf in den Sektoren

7.3.1 Wärmebedarf im Referenzszenario

Ergänzend zum gesamten Endenergiebedarf in den Sektoren wird der Wärmebedarf im Stadtgebiet Nürnberg für die Sektoren dargestellt. Diese Betrachtung bestimmt den Ausgangspunkt für die detaillierte Analyse der Fernwärmeversorgung und der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung. Der Verkehrssektor kann in der Darstellung des Wärmeverbrauchs vernachlässigt werden, da dieser keinen nennenswerten Wärmebedarf besitzt. Bei den drei verbleibenden Sektoren besitzt der Sektor der privaten Haushalte den größten Anteil, da er etwas mehr als die Hälfte des Wärmeverbrauchs im Jahr 2010 beansprucht. Im Referenzszenario ist im Jahr 2050 dieser Anteil immer noch bei ca. 56 Prozent. Der Wärmebedarf sinkt im Zeitraum 2010 bis 2050 um ca. 37 Prozent. Dies liegt an den Energieeinsparungen im Bereich der privaten Haushalte und des Sektors GHD. Die Einsparpotenziale auf dem GDH- bzw. Industriesektor sind geringer, da sie durch den Prozesswärmebedarf beeinflusst sind.

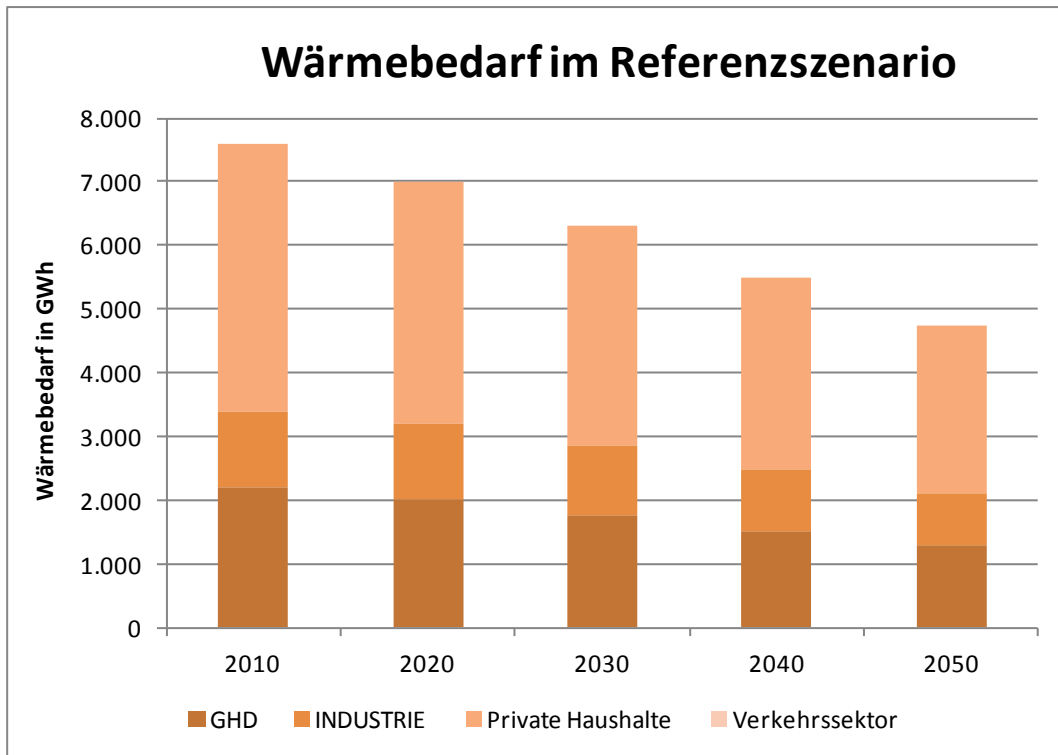


Abbildung 79: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren – Referenzszenario

Die folgende Grafik bildet für das Referenzszenario die eingesetzten Energieträger zur Deckung des Wärmebedarfs ab:

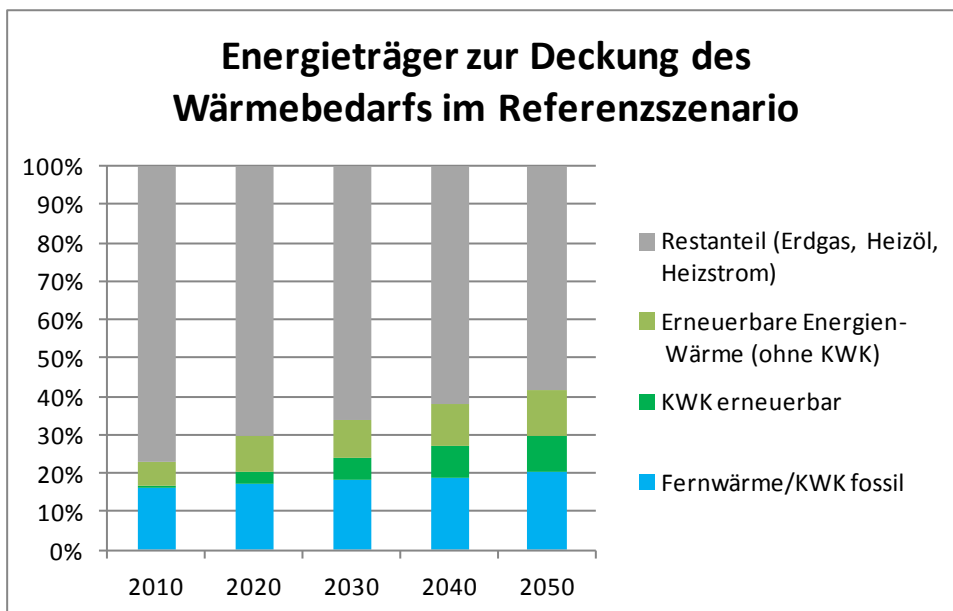


Abbildung 80: Energieträgereinsatz zur Deckung des Wärmebedarfs im Referenzszenario

Der Wärmebedarf wird trotz einer Steigerung der KWK und der Erneuerbaren Energien selbst im Jahr 2050 noch durch fossile Energieträger gedeckt.

7.3.2 Wärmebedarf im Klimaschutzscenario

Die Einsparungen des Effizienzscenario sind im Wärmebereich beträchtlich, da im Zeitraum 2010 bis 2050 ca. 56 Prozent des ursprünglichen Wärmeverbrauchs vermieden werden können. Auch hier liegt das größte Potenzial im Bereich der privaten Haushalte. Aber auch im GHD-Sektor und der Industrie können Einsparungen erzielt werden.

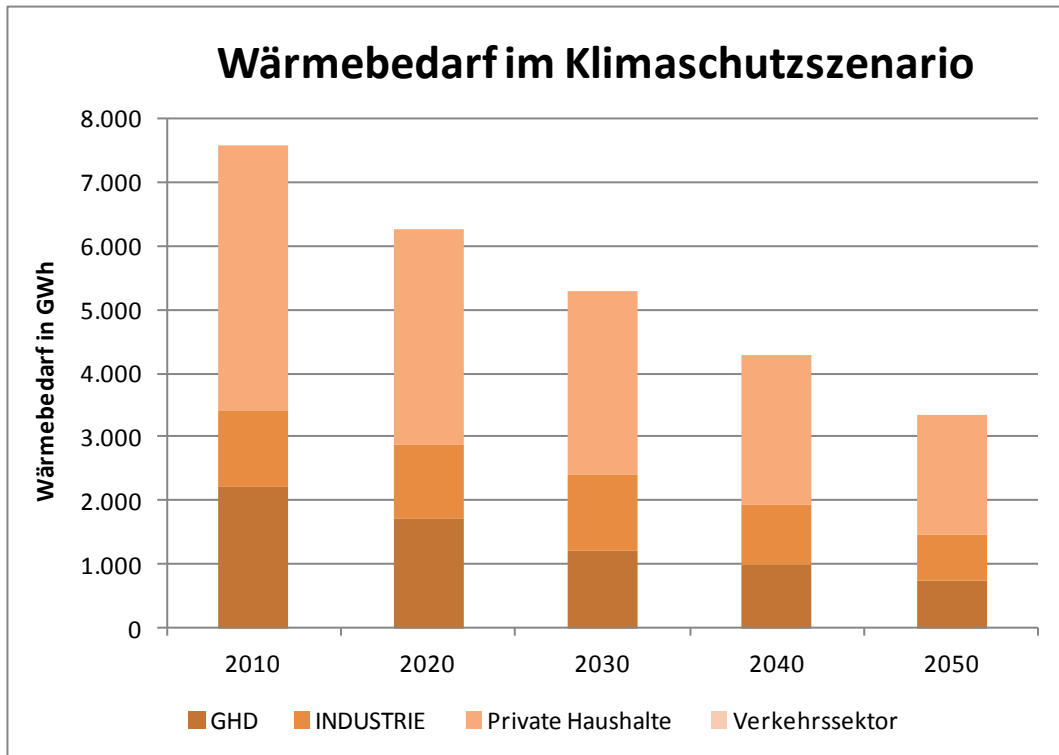


Abbildung 81: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren – Klimaschutzscenario

7.3.3 Wärmebedarf im Best-Practice-Szenario

Im Best-Practice-Szenario kann der Wärmebedarf im Zeitraum 2010 bis 2050 um ca. 74 Prozent reduziert werden. Die privaten Haushalte können sehr deutlich und der GHD-Sektor relativ deutlich die Effizienzpotenziale ausschöpfen. Der prozentuale Beitrag des Industriesektors ist zwar geringer, unterstützt aber den positiven Gesamteindruck. Der steigende Anteil von Erneuerbaren Energien und KWK bei der Deckung des Wärmebedarfs verstärkt die klimarelevanten Aspekte bei der Wärmeerzeugung und –nutzung.

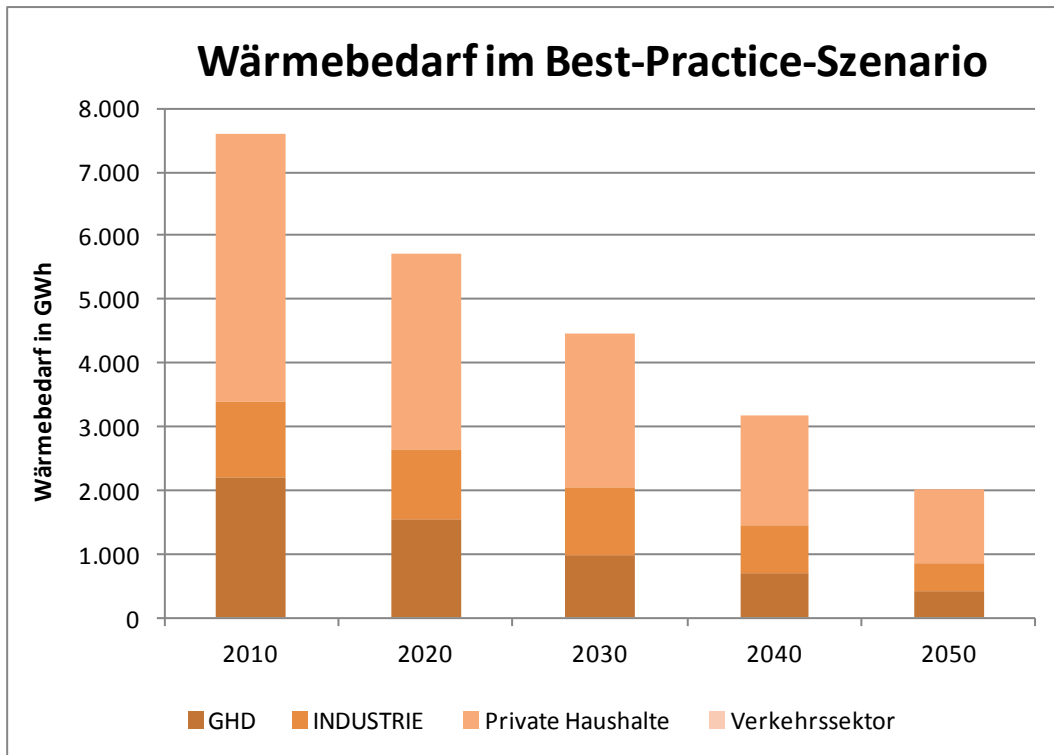


Abbildung 82: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren – Best-Practice-Szenario

7.3.4 Beurteilung des zukünftigen Wärmebedarfs

Allen drei Szenarien ist gemeinsam, dass der Wärmebedarf innerhalb des Stadtgebietes in Zukunft deutlich abnehmen wird. Diese Tendenz wird besonders durch die Sektoren Private Haushalte und GHD bestimmt. Je nach Szenario wird der Wärmbedarf um ein Drittel bis mehr zu drei Vierteln zurückgehen, da besonders der Heizwärmebedarf der Wohn- und Nichtwohngebäude bei Neubauten und energetischen Sanierungen stark reduziert werden kann. Für die Fernwärmeversorgung hat dies erhebliche Konsequenzen, da die Wärmedichten der Teilgebiete i.d.R. durch die energetischen Sanierungen abnehmen werden. Die Effizienzmaßnahmen bei der Prozesswärme im Industrie- und Gewerbesektor werden diesen Effekt verstärken. Um auch weiterhin ein rentables Fernwärmenetz im Stadtgebiet betreiben zu können, sind neue Abnehmer für die Fernwärme zu finden. Dies kann durch die räumliche Erschließung neuer Liegenschaften und Stadtteile für die Fernwärme geschehen. Eine weitere Nutzungsmöglichkeit kann die Kälterzeugung auf Basis der Fernwärme durch Absorptionskälteanlagen darstellen. Diese Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KKWK) hätte den zusätzlichen Vorteil, dass die elektrischen Kompressionskältemaschinen ersetzt werden können. Die Fernwärmeerzeugung wird im Jahresverlauf besser ausgelastet und der hohe elektrische Leistungsbedarf der Kompressionskältemaschinen wird im Sommer reduziert.

7.3.5 Kommunaler Sektor

Der kommunale Sektor ist in der Stadt Nürnberg besonders durch den Energieverbrauch in den kommunalen Liegenschaften bestimmt. Die Stadt Nürnberg verfügt über ca. 1.300 Gebäude und Liegenschaften. Die Energie- und Wasserkosten der städtischen Liegenschaften, einschließlich Klinikum und Straßenbeleuchtung aber ohne Abwassergebühren, betragen im Jahr 2009 eine Höhe von 39,2 Mio. Euro. Die Kosten teilen sich zu 38,7 Prozent auf die städtischen Dienststellen und zu 61,3 Prozent auf die Eigenbetriebe, Klinikum und die Straßenbeleuchtung auf. Die derzeitigen Kosten von jährlich ca. 40 Mio. Euro (Stand: 2009) werden sich nach Prognose des Kommunalen Energiemanagements im Jahr 2029 auf ca. 90 Mio. Euro sich mehr als verdoppeln.¹³ Die Stadt Nürnberg hat mit ihren Gebäuden eine Vorbildfunktion bezüglich des Energiesparens und einer energieeffizienten Gebäudesanierung gegenüber ihren Bürgern. Der Nürnberger Stadtrat hat aus diesem Grund energetische Leitlinien zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und nachhaltigen Bauen und Sanieren bei städtischen Hochbaumaßnahmen verabschiedet. Neubauten und Sanierungen werden im Passivhausstandard durchgeführt. Zudem wurde das Kommunale Energiemanagement bereits deutschlandweit für sein Engagement und seine Erfolge ausgezeichnet.

Der Heizenergieverbrauch der städtischen Dienststellen (einschließlich SÖR, NüBad, NüStift) beträgt im Jahr 2009 witterungsbereinigt 164,5 MWh.¹⁴ Der entsprechende Stromverbrauch lag bei 41,7 MWh. Die CO₂-Emissionen betragen für das Jahr 2009 ca. 115.000 Tonnen CO₂. Neben der Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebestand wird ein Erweiterungs- und Verdichtungsprogramm für die Fernwärme betrieben, das zunehmend auch bestehende Liegenschaften an die Fernwärmeversorgung anbinden soll.

7.3.6 Endenergieverbrauch kommunaler Liegenschaften im Referenzszenario

Der angegebene Endenergieverbrauch umfasst nach dem „Energiebericht 2010“ den Verbrauch folgender Liegenschaften:

- Städtische Dienststellen
- SÖR
- NüBad
- NüSt

Die weiteren Liegenschaften von SUN, ASN, Klinikum und Straßenbeleuchtung sind nicht enthalten.

¹³ Vgl. Energiebericht 2010, Baureferat, Kommunales Energiemanagement, Stadt Nürnberg (Hrsg.), S. 4, Nürnberg, 10/2010

¹⁴ Vgl. Energiebericht 2010, Baureferat, Kommunales Energiemanagement, Stadt Nürnberg (Hrsg.), S. 10, Nürnberg, 10/2010

Der Endenergieverbrauch der o.g. Liegenschaften des kommunalen Sektors beträgt im Jahr 2010 ca. 1,3 Prozent des gesamten Energieverbrauchs im Stadtgebiet Nürnberg. Bis zum Jahr 2050 ist bereits im Referenzszenario ein Rückgang des Energieverbrauchs um ca. 45 Prozent möglich. Während der Stromverbrauch im Zeitraum 2010 bis 2050 um ca. 30 Prozent abnimmt, reduziert sich der Wärmebedarf der Liegenschaften um ca. 50 Prozent.

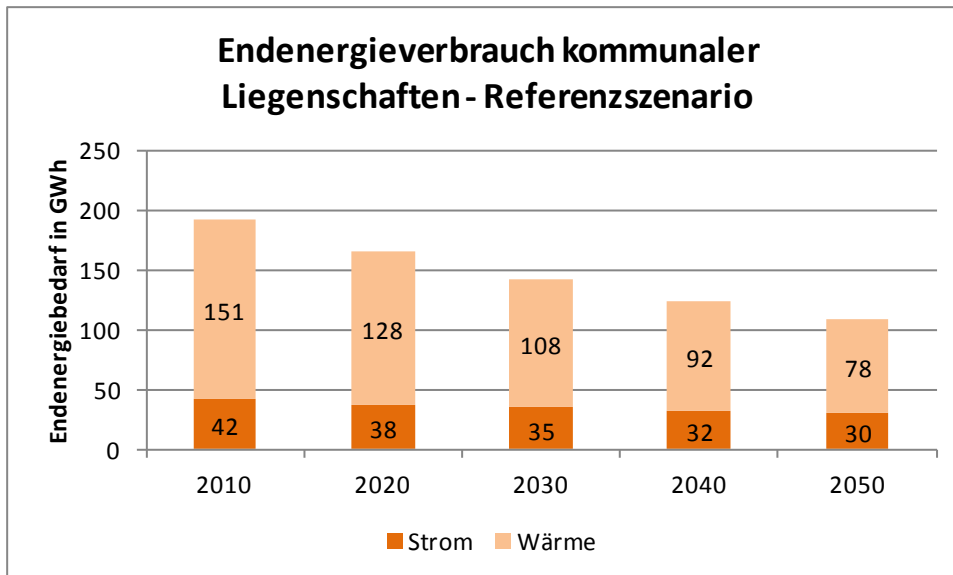


Abbildung 83: Entwicklung des Energieverbrauchs kommunaler Liegenschaften – Referenzszenario

7.4 Verkehrssektor

In einer Großstadt wie Nürnberg mit einer intensiven Stadt-Umland-Verknüpfung ist der Verkehrssektor ein bedeutender Energieverbraucher und CO₂-Emittent. Der Verkehrssektor in der Stadt Nürnberg teilt sich in folgende Bereiche auf:

- Motorisierter Individualverkehr (mIV) mit PKW, LKW, motorisierten Zweirädern
- Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) mit U-Bahn, S-Bahn, Bussen, Straßenbahnen
- Fahrradverkehr
- Fußgängerverkehr
- Sonderbereiche Flugverkehr und Binnenschifffahrt

Der Verkehrssektor liegt in einem Spannungsfeld zwischen einer schnellen und unkomplizierten Erreichbarkeit der angestrebten Zielorte einerseits, und einer kostengünstigen, gefahrlosen und umweltverträglichen Wahl der Verkehrsmittel andererseits. Für die Zukunft wird deshalb die Weiterentwicklung des bestehenden Verkehrssystems erforderlich sein, das auf einer intelligenten Kombination der unterschiedlichen Verkehrsmittel basiert. Die Ver-

kehrsmittel sollen entsprechend ihren Stärken und Vorteilen für den entsprechenden Zweck genutzt werden. In der Stadt Nürnberg entfällt der Großteil (ca. 98 %) des gesamten Endenergieverbrauchs auf den Einsatz der Kraftstoffe Benzin und Diesel (mIV) bzw. Kerosin (Flugverkehr). Die restlichen 2 % dienen als Fahrstrom für U-Bahn und Straßenbahnen. Dementsprechend sind auch fast die gesamten verkehrsbedingten CO₂-Emissionen (ca. 96 %) dem Pkw-, Lkw- und Flugverkehr zuzuordnen.

Der Aktionsplan „Urbane Mobilität“ der Europäischen Union beinhaltet mehrere Kernthemen, die auch für die Stadt Nürnberg relevant sind:

- Förderung integrierter Strategien, wie z.B. der beschleunigten Einführung von Plänen für die nachhaltige urbane Mobilität
- Die Bürger im Mittelpunkt
- Umweltfreundlicher Stadtverkehr
- Stärkung der Finanzierungsmöglichkeiten
- Erfahrungs- und Wissensaustausch
- Optimierung der urbanen Mobilität

Die Europäische Union hat erkannt, dass das Thema des urbanen Verkehrs eine wichtige Funktion im Rahmen der Umwelt- und Wirtschaftspolitik einnimmt. Im weiteren Verlauf werden die Kernbereiche des städtischen Verkehrs im Bezug auf die Stadt Nürnberg beschrieben:

Motorisierter Individualverkehr

Als Energieträger werden im motorisierten Individualverkehr (mIV) überwiegend die fossilen Kraftstoffe Benzin und Diesel für PKW, LKW, Busse und motorisierte Zweiräder eingesetzt. Der im Jahr 2011 durch eine nationale Initiative eingeführte Kraftstoff E10 mit einer 10-prozentigen Beimischung von Biokraftstoff ist bei seiner Nutzung bislang deutlich hinter den Erwartungen zurückgeblieben. Für die Zukunft kann eine Erhöhung des Bioanteils an den Kraftstoffen zu einer Senkung der CO₂-Emissionen führen. Allerdings sind in Expertenkreisen die positiven Effekte für die Umwelt in einer kontroversen Diskussion, da die genaue Ökobilanz der Biokraftstoffe noch nicht ausreichend dargelegt ist. Im Bereich des mIV ist für die Zukunft eine deutliche Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs unabdingbar. Die Tendenz der letzten Jahre mit immer schwereren und leistungstärkeren Fahrzeugen, v.a. Sport Utility Vehicles (SUV, „Geländelimosinen“), zeigt jedoch aus Umweltgesichtspunkten in der Praxis eine kontraproduktive Entwicklung entgegen dem Klimaschutzgedanken. Das Beispiel vieler Nürnberger Bürger zeigt dagegen, dass man auch ohne eigenes Auto in der Stadt mobil sein kann.

Öffentlicher Personennahverkehr

Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) ist in Nürnberg mit den Verkehrsmitteln U-Bahn, S-Bahn, Bussen und Straßenbahnen bereits sehr gut ausgebaut. Die stark gestiegenen Kraftstoffpreise und ein sensibleres Umweltbewusstsein der Bürger haben dazu geführt, dass die Mobilität mit ÖPNV-Verkehrsmitteln in Nürnberg zwischen den Jahren 1999 und 2009 deutlich zugenommen hat. So nahm die Anzahl der jährlichen Fahrgäste in dieser Zeit von 162 Mio. auf 181 Mio. um ca. zwölf Prozent zu.¹⁵ Der ÖPNV stellt damit eine wichtige Säule in einem nachhaltigen kommunalen Verkehrskonzept dar.

Fahrradverkehr

Der Fahrradverkehr vereinigt mehrere Vorteile. Für den Fahrradfahrer ist er relativ kostengünstig und umweltfreundlich. Im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln sind kürzere und mittlere Distanzen mit dem Fahrrad auch mit akzeptablem Zeitaufwand zu bewältigen. Das Fahrrad lässt sich auch gut mit dem ÖPNV kombinieren, da es einerseits in öffentlichen Verkehrsmitteln mitgenommen, andererseits an den ÖPNV-Haltestellen leicht abgestellt werden kann. Die Witterungsabhängigkeit und die begrenzten Möglichkeiten für den Gepäcktransport wirken sich allerdings nachteilig auf eine Nutzung des Fahrrades aus. Aus der Praxis ist jedoch festzustellen, dass bei einem entsprechenden Willen sehr viele Pkw-Fahrten durch das Fahrrad ersetzt werden können.

Die Initiative NorisBike ist ein mehrjähriger Modellversuch der Stadt Nürnberg zur Förderung des Fahrradverkehrs im Stadtgebiet Nürnberg.¹⁶ Die Initiative startete im Mai 2011 und ist Teil der Radverkehrskampagne „Nürnberg steigt auf“ der Stadt Nürnberg. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung fördert die Initiative. Die nextbike GmbH aus Leipzig ist Betreiber der 66 Verleihstationen im Nürnberger Stadtgebiet, die über insgesamt 750 Leihfahrräder verfügen. Die Verleihstationen liegen primär an Haltestellen der U-Bahnen, S-Bahnen, Straßenbahnen und Busse. Im Bereich des Nürnberger Hauptbahnhofs befinden sich allein drei Stationen. Die Initiative NorisBike ist als weiterer Baustein zu sehen, umweltfreundlichen Verkehr in der Stadt Nürnberg zu fördern. Das Projekt bietet ein anschauliches Beispiel für die Vernetzung unterschiedlicher Verkehrsmittel, wie des Fahrradverkehrs mit dem ÖPNV und dem Fußverkehr.

¹⁵ Vgl. Geschäftsbericht 2009 der VAG Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg, VAG Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg (Hrsg.), S. 1, Nürnberg, 03/2010

¹⁶ Vgl. <http://www.norisbike.de/1502.html> (Stand 23.05.2011)

Fußgängerverkehr

Der Fußgängerverkehr ist neben dem Fahrradverkehr eine sehr umweltfreundliche Form der Fortbewegung. Besonders in Kombination mit dem ÖPNV ist der Fußgängerverkehr eine echte Alternative zum mIV, wenn die Zielorte im urbanen Zentrum der Stadt liegen. Die Einrichtung von Fußgängerzonen und verkehrsberuhigten Bereichen hat sich in Nürnberg seit Jahren bewährt.

Elektromobilität

Die Elektromobilität im mIV ist derzeit nur schwach ausgeprägt, da sich im Stadtverkehr bislang nur wenige Elektroautos finden. Im Bereich der „schienengebundenen“ Elektromobilität von U-Bahn und Straßenbahnen ist sie allerdings bereits seit Jahrzehnten ein bewährtes Verkehrsmittel. Erwähnenswert ist im mIV die Initiative der N-ERGIE Aktiengesellschaft, die mit dem „Elektroroller-Test 2011“ eine Förderung der Elektromobilität betreibt.¹⁷ Kunden der N-ERGIE Aktiengesellschaft können sich für eine Teilnahme an dieser Aktion bewerben. Es werden einzelne Teilnehmer ausgewählt, die über einen Zeitraum von zwei Monaten, einen Elektroroller testen können. Im Stadtgebiet existieren bereits sieben Ladesäulen an wichtigen Verkehrsknotenpunkten, an denen die Batterien der Elektroroller kostenlos aufgeladen werden können. So steht beispielsweise eine Ladesäule auf dem Park+Ride Parkplatz an Julius-Leber-Straße direkt gegenüber der U-Bahn-Endhaltestelle „Langwasser-Süd“. So können Fahrer von Elektrofahrzeugen aus der Umgebung am Park+Ride Parkplatz ihr Fahrzeug abstellen und aufladen, während sie zwischenzeitlich mit der U-Bahn in das Stadtzentrum fahren. Dieses Modell ist als Baustein zur weiteren Förderung der Elektromobilität in der Zukunft zu sehen.

7.5 Grüne Logistik

Die „Grüne Logistik“ ist ein Bereich im Rahmen der Logistik bzw. des Verkehrssektors, der zunehmend neben den ökonomischen Gesichtspunkten auch die umweltrelevanten Aspekte berücksichtigt. Da im Bereich der Logistik umweltschädliche Einflüsse wie Treibhausgasemissionen, Schadstoffe, Feinstaub und Lärme entstehen, ist eine nachhaltige Gestaltung der Logistik zu begrüßen. Im Kapitel der vorbildlichen Maßnahmen innerhalb der bayerischen Kommunen werden zwei Beispiele im Bereich der Getränkelogistik (in der Stadt Nürnberg) und des innerstädtischen Lieferverkehrs (Stadt Regensburg) genauer erläutert. Diese Beispiele verdeutlichen, dass es mit individueller Planung möglich ist, mehrere Lieferfahrten zusammenzufassen.

¹⁷ Vgl. http://www.n-ergie.de/N-ERGIE/elektromobilitaet_fahrzeuge.html (Stand 23.05.2011)

7.6 Landwirtschaft in der Stadt Nürnberg

Die Landwirtschaft in Nürnberg nimmt eine größere Bedeutung für die lokale Nahrungsmittelversorgung ein als für die Energieversorgung. Dabei ist besonders das Nürnberger Knoblauchsland zu nennen, das zu einer lokalen Versorgung mit Obst und Gemüse beiträgt. Die gesamte landwirtschaftliche Fläche innerhalb der Stadtgrenzen beträgt im Jahr 2009 mit 4.170 ha ca. 22,4 % der gesamten Giebetsfläche (18.638 ha). Innerhalb der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) werden hauptsächlich auf Ackerland Getreide und Gartengewächse angebaut. Auch die Tierhaltung bewegt sich in überschaubaren Grenzen. Aus diesem Grund ist das Potenzial der Landwirtschaft innerhalb des Stadtgebietes eng begrenzt. Bezieht man die landwirtschaftlichen Flächen im Umkreis der Stadt Nürnberg in die Betrachtung mit ein, erhöht sich das Potenzial zur Energieerzeugung um ein Vielfaches. Für die Nutzung Erneuerbarer Energien aus der Landwirtschaft wie z. B. Biogas, Holzhackschnitzel, Scheitholz oder Holzpellets, sollte auf das Flächenpotenzial im Nürnberger Umland zurückgegriffen werden.

8 Detailanalyse des Fernwärmesektors

(Dieses Kapitel wurde von der Energieagentur Nordbayern GmbH verfasst.)

8.1 Fernwärmeversorgung in der Stadt Nürnberg.

8.1.1 Basisdaten zur Fernwärme

Die Fernwärmeversorgung in der Stadt Nürnberg beruht auf der Fernwärmeerzeugung und –verteilung durch das Anlagen und das Fernwärmenetz der N-ERGIE Aktiengesellschaft.

Folgende Rahmendaten charakterisieren das Ausmaß der Nürnberger Fernwärmeversorgung im Jahr 2010:

Tabelle 56: Basisdaten zur Fernwärmeversorgung¹⁸

Fernwärmeabgabe an Kunden	1.316.000 MWh
Verteilungsnetz	308 km
Kunden-Übergabestationen	5.231 Stück
davon im Dampfnetz	569 Stück

Das Herzstück der Nürnberger Fernwärmeversorgung ist das zentrale Heizkraftwerk der N-ERGIE Aktiengesellschaft im Nürnberger Stadtteil Sandreuth. Daneben befinden sich im

¹⁸ <http://www.n-ergie-netz.de/N-ERGIE-NETZ/netzkennzahlen-6576.html>; aufgerufen am 15.03.2012

Stadtgebiet noch einige Heizwerke (in Klingenhof, Maxfeld, Langwasser, Muggenhof und Gebersdorf) zur Deckung des Wärmebedarfs in Zeiten hoher Nachfrage in den Stadtteilen mit hoher Fernwärmenachfrage.

8.1.2 Das Fernwärmenetz der N-ERGIE Aktiengesellschaft in der Stadt Nürnberg

Das Fernwärmenetz der N-ERGIE Aktiengesellschaft in der Stadt Nürnberg deckt flächenmäßig einen bedeutenden Teil des innerstädtischen Bereiches. Folgende Karte der N-ERGIE Aktiengesellschaft zeigt die räumliche Extension des Fernwärmenetzes:

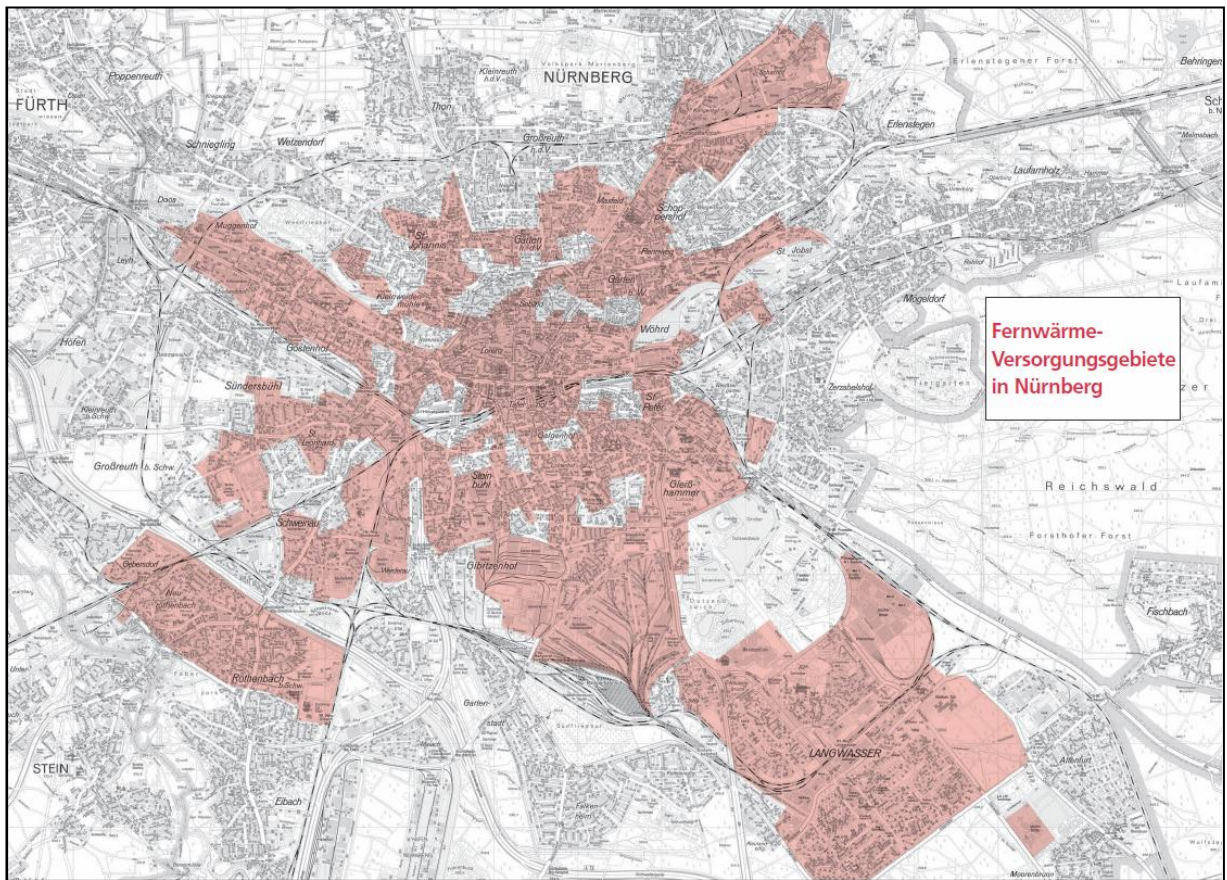


Abbildung 84: Karte der Fernwärmeversorgungsgebiete in der Stadt Nürnberg (Quelle: N-ERGIE AG)

Der innerstädtische Bereich ist relativ gut mit Fernwärme erschlossen. Die Fernwärmeversorgung ist aber auch in bestimmten peripheren Bereichen wie Langwasser, Röhrenbach b. Schweinau oder Schafhof zu finden. Besonders Langwasser bildet eine große zusammenhängende Fläche mit Fernwärmeversorgung.

Folgende Aufstellung zeigt eine Differenzierung der statistischen Bezirk Nürnberg mit bzw. (weitgehend) ohne Fernwärmeerschließung:

Tabelle 57: Bezirke der Stadt Nürnberg mit Fernwärme

Bezirke/Gebiete mit Fernwärmenetz:		Bezirke/Gebiete ohne Fernwärmenetz:	
Altstadt (südl. Bereich)	Röthenbach b. Schw.	Altenfurt	Zerzabelshof
Galgenhof	Schafhof	Erlenstegen	
Gärten h.d.V.	Schoppershof	Falkenheim	
Gibitzenhof	Schweinau	Fischbach	
Gleishammer	Steinbühl	Gartenstadt	
Gostenhof	St. Johannis	Großreuth h.d.V.	
Klingenhof	St. Leonhard	Höfen	
Langwasser	St. Peter	Laufamholz	
Maxfeld	Sündersbühl	Mögeldorf	
Neuröthenbach	Wöhrd	Moorenbrunn	
NO-Bahnhof	Tafelhof	Schniegling	
Rennweg		Thon	

8.2 Erzeugungs- und Bereitstellungsmix der Fernwärme

8.2.1 Ist-Zustand Fernwärmeerzeugung

Die Erzeugung der Fernwärme im Heizkraftwerk Sandreuth erfolgte bis zum Jahr 2004 vor der Umstellung auf GuD-Technologie zu großem Anteil auf Steinkohle. Ab dem Jahr 2006 wird keine Steinkohle mehr eingesetzt. Die Fernwärmeerzeugung basiert zu ca. 80 Prozent auf Erdgas. Den restlichen Anteil nehmen der von der Müllverbrennungsanlage gelieferte Mülldampf und eine sehr geringe Menge Heizöl ein. Folgende Grafik bildet den Brennstoffeinsatz im Heizkraftwerk Sandreuth (HKW) für das Jahr 2007. Es ist davon auszugehen, dass die Zahlen auch für den Istzustand des Jahres 2010 zutreffend sind, da zwischenzeitlich keine großen Veränderungen aufgetreten sein dürften. Aktuelle Zahlen zum Jahr 2011 sind derzeit nicht verfügbar. Eine Aktualisierung der letzten Umwelterklärung aus dem Jahr 2008 der N-ERGIE Aktiengesellschaft zum HKW-Sandreuth ist angekündigt worden, aber bei Erstellung der Studie noch nicht verfügbar.

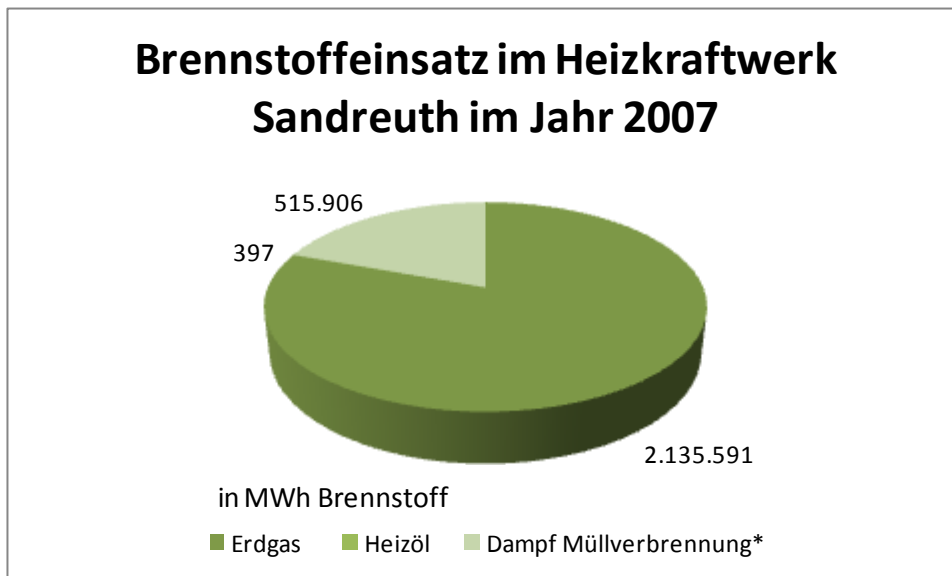


Abbildung 85: Brennstoffeinsatz bei der Fernwärmeerzeugung¹⁹

Aus dem gesamten Brennstoffeinsatz von 2.652.000 MWh wurden in KWK 908.000 MWh Strom und 1.160.000 MWh Fernwärme erzeugt. Das entspricht einem jährlichen Nutzungsgrad von 78 Prozent. Neben der Erzeugung von Fernwärme im zentralen HKW-Sandreuth erfolgt in den dezentralen Fernwärmeheizwerken zu Zeiten hohen Fernwärmebedarfs eine unterstützende Bereitstellung von Fernwärme zur Deckung der Spitzenlast. Diese Mengen an Fernwärme liegen jedoch im Bereich von wenigen Prozent der gesamten Fernwärmeerzeugung.

8.2.2 Biomassenutzung bei der Fernwärmeerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplung

Ab dem Jahr 2012 soll die bisherige Fernwärmeerzeugung (fossil) durch das neue Biomasseheizkraftwerk am Standort Sandreuth unterstützt werden. Die neue Anlage besitzt eine Fernwärmeleistung von 14 MW_{th} und eine elektrische Leistung von 6 MW_{el}. Pro Jahr soll der Einsatz von 51.000 Tonnen (entspricht ca. 260.100 MWh) naturbelassenem Frischholz eine Fernwärmeerzeugung von 82.000 MW_{th} und Stromerzeugung 35.000 MW_{el} ermöglichen. Dabei werden Waldhackgut und Landschaftspflegeholz aus der Region als regenerative Brennstoffe eingesetzt. Folgende Grafik gibt den Brennstoffmix auf Basis des aktuellen Sachstands an:

¹⁹ Die Daten basieren auf der aktualisierten Umwelterklärung 2008 der N-ERGIE Aktiengesellschaft für das Heizkraftwerk Sandreuth für das Bilanzierungsjahr 2007

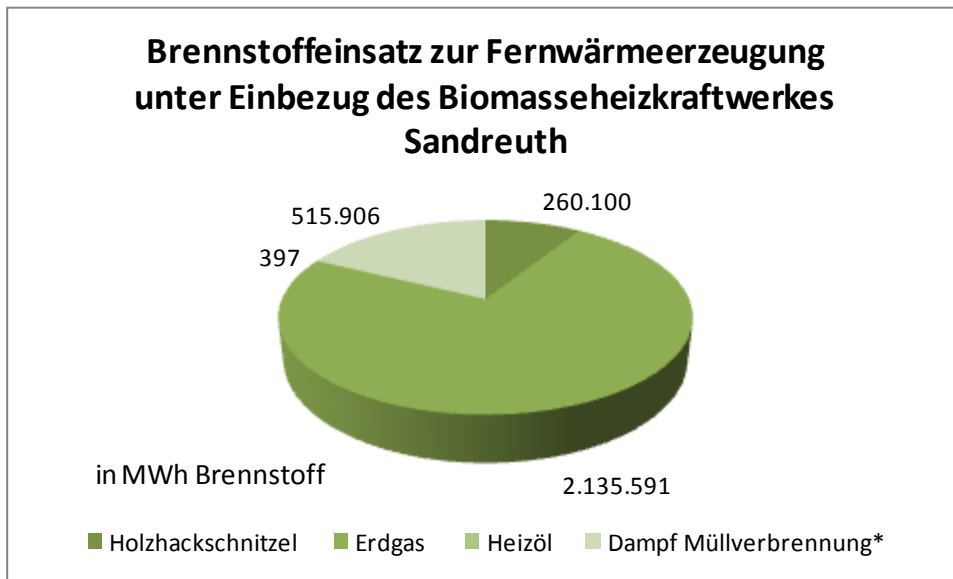


Abbildung 86: Geplanter Brennstoffeinsatz unter Einbezug des neuen Biomasseheizkraftwerkes Sandreuth

8.2.3 Potenzielle Entwicklungen im Brennstoffmix der Fernwärmebereitstellung

Langfristig ist damit zu rechnen, dass die „Fernwärme der Zukunft“ in erneuerbarer KWK erzeugt wird. Das neue Biomasseheizkraftwerk der N-ERGIE Aktiengesellschaft ist bereits ein wichtiger Schritt in diese Richtung. Die erneuerbare KWK schöpft die Potenziale einer effizienten Brennstoffausnutzung und der umweltfreundlichen Strom- und Wärmeerzeugung in hohem Maße aus. Ein wesentlicher Aspekt bei weitestgehend regenerativen Versorgungsszenarien liegt in den winterlichen Lastspitzen, die durch chemisch gebundene regenerative Energieträger bereitgestellt werden müssen. Diese Funktion kann in einem nennenswerten Maß durch innerstädtische KWK-Anlagen erfüllt werden. Da die verfügbare Biomasse innerhalb des wirtschaftlichen Transportradius begrenzt ist, ist mit einer Nutzungskonkurrenz mit anderen Biomasseverbrauchern zu rechnen. Stadt-Land-Kooperationen zwischen Städten und Landkreisen können eine sinnvolle Verteilung der Biomasse bewirken. Durch die bestehende Zusammenarbeit der Städte und Landkreise in der Europäischen Metropolregion Nürnberg in Energiefragen besteht aber bereits eine gute Basis für entsprechende Abstimmungsgespräche.

8.3 Notwendige Fernwärmequote und fernwärmebasierte Dienstleistungen

Durch die Veränderungen im Gebäudebestand infolge der energetischen Sanierungen sind auch spürbare Auswirkungen für die Fernwärme zu erwarten, sollten keine neuen Felder für den Fernwärmeabsatz gefunden werden. Für den wirtschaftlichen Betrieb der Fernwärme-

erzeugung und des Fernwärmenetzes ist ein bestimmter Mindestabsatz an Fernwärme erforderlich. Es wird derzeit davon ausgegangen, dass dieser Mindestabsatz sich in Größenordnung der aktuellen Fernwärmeabgabe bewegen sollte, um langfristig ein leistungsfähiges Fernwärmenetz zu unterhalten. Denn die Versorgung der bisher Fernwärme versorgten Liegenschaften sollte auch bei geringerem Wärmebedarf sichergestellt sein, damit keine neuen Wärmeversorgungssysteme errichtet werden müssen.

8.4 Ergebnisse des Energienutzungsplanes für die Fernwärme

Der Energienutzungsplan (ENP) gibt als Ergebnisse für die Betrachtung der Fernwärme folgende Parameter an:

Quelle: ENP	Fernwärme GWh	Gesamter Wärmebedarf GWh	Anteil der Fernwärme
Ist-Zustand 2011	1.174 (100 %)	7.183 (100 %)	16 %
2030 Szenario 1	1.011 (86 %)	6.080 (85 %)	17 %
2030 Szenario 2	737 (63 %)	4.406 (61 %)	17 %
2030 Szenario 3	683 (58 %)	4.077 (57 %)	17 %

Der Energienutzungsplan geht von einer Reduzierung des Wärmeverbrauchs durch energieeffiziente Gebäudesanierungen und Neubauten bis zum Jahr 2030 aus. Je nach Szenario beträgt die Reduktion 14 bis 42 Prozent. Entsprechend sinkt auch die Nachfrage nach Fernwärme bis 2030 um 15 bis 43 Prozent je nach Szenarien. Der prozentuale Anteil der Fernwärme am gesamten Wärmebedarf bleibt allerdings in allen Szenarien relativ konstant bei ca. 17 Prozent.

8.5 Verdichtung des Nürnberger Stadtgebietes für die Fernwärmeabgabe

Da durch die sukzessive Sanierung von Bestandsgebäuden der Wärmebedarf des Gebäudebestandes abnehmen wird, sind für die Fernwärme neue Anwendungsmöglichkeiten erforderlich. Diese können theoretisch in folgenden Bereichen bestehen:

- Steigerung der Anschlussquote in bestehenden Fernwärmegebieten
- Erschließung neuer Gebiete für den Fernwärmeabsatz
- Verwendung von Fernwärme als Prozesswärme in GHD- und Industriesektor
- Neue Anwendungsmöglichkeiten, wie z. B. Fernkälte in Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

Als neue Anwendungsmöglichkeit ist die Kälteerzeugung aus Fernwärme als Ausgleich für den sinkenden Wärmebedarf im Wohnbereich infolge energetischen Gebäudesanierung zu sehen. Eine Umstellung der bisherigen Kälteerzeugung durch strombetriebene Kompressionskältemaschinen hin zu Sorptionstechniken auf Fernwärmebasis besitzt besonders im gewerblichen Bereich Potenzial. So liegen beispielsweise im südöstlichen Stadtbereich Kälte-Großverbraucher wie z. B. das Messezentrum, das Klinikum Süd, das Frankeneinkaufszentrum oder der Siemens-Standort-Moorenbrunn.

8.6 Analyse ausgewählter Siedlungstypen für die Fernwärmenutzung

Für die Versorgung des Gebäudebestandes mit Fernwärme ist in der Zukunft relevant, wie hoch der Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung noch ist. Durch die Sanierungsmaßnahmen an Bestandsgebäuden wird mit deutlichen Reduzierungen des Endenergiebedarfs zu rechnen sein. Die folgende Analyse ausgewählter Siedlungstypen gibt hier eine Einschätzung über die Rahmenbedingungen einer zukünftigen Fernwärmeverversorgung. Die Analyse greift dabei die Ergebnisse aus Kapitel 6 „Kennwerte für städtebauliche Siedlungstypologien“ als Ausgangspunkt auf. Als Bemessungskriterium für die Neuerschließung von Gebieten zur Fernwärmenutzung wird eine Wärmebelegungsdichte von mindestens 500 je Meter neu errichteter Wärmetrasse angesetzt. Dies resultiert aus dem Mindestwert des Förderprogrammes der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW, Programm „Erneuerbare Energien Premium Nr. 271/281). Unterhalb des Wertes geht man davon aus, dass ein Fernwärmenetz auf Dauer nicht wirtschaftlich betrieben werden kann. Die Nutzung von Fernwärme zur Kälteerzeugung kann allerdings den sinkenden Fernwärmebedarf zu Heizzwecken teilweise kompensieren. Diese Anwendung ist jedoch stark vom konkreten Gebäude abhängig. Die Nutzung von Fernwärme zur Kälteerzeugung wird ihre Schwerpunkte i.d.R. in Nichtwohngebäuden finden.

8.6.1 Siedlungstyp Reihenhaus-Bebauung Zeitraum 1959 – 1978

Die Reihenhaus-Bebauung aus dem Zeitraum 1959 – 1978 weist eine geringere Bebauungsdichte aus als der Geschosswohnungsbau. Es finden sich in Nürnberg Gebiete, in denen dieser Bautyp seinerzeit an das Fernwärmenetz angebunden wurde, wie z. B. Reihenhauszeilen im Stadtteil Langwasser. Eine weitere Erschließung von Gebieten für die Fernwärmenutzung unter Berücksichtigung der zukünftigen Sanierungsaktivitäten wird mit folgender Analyse untersucht. Die tabellarische Zusammenstellung zeigt, dass der Endenergiebedarf des unsanierten Gebäudebestandes einen Anschluss an das Fernwärmenetz sinnvoll erscheinen lassen würde. Die Sanierungsvarianten „Klimaschutz-Szenario“ bzw. „Best-

Practice-Klimaschutz-Szenario“ weisen jedoch eine Wärmebelegungsdichte von weniger als 500 kWh/m auf, wenn eine realistische Länge der Leitungen angenommen wird. Um die geforderte Wärmebelegungsdichte zu erreichen, dürften die Leitungslängen nur minimal sein, was allerdings technisch nicht möglich ist. Ein Anschluss dieses Siedlungstyps an die Fernwärme erscheint unter der Berücksichtigung anstehender energetischer Gebäudesanierungen damit als nicht vorteilhaft.



Tabelle 58: Reihenhauses-Bebauung 1959 bis 1978

GFZ		0,80
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,76
Beheizte Fläche (m ² Wohnfl. pro m ² Grundstücksfl.)	m ² /m ²	0,61
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)		
Heizen und Warmwasserbereitung	Beheizte Fläche kWh/(m ² a)	Grundstücksfläche kWh/(m ² a)
Bestand	222,0	135,0
Referenzszenario	72,5	44,1
Klimaschutzszenario	41,6	25,3
Klimaschutzszenario best practice	22,7	13,8

Analyse des Siedlungstyps in Bezug auf eine Neuerschließung mit Fernwärme bei Sanierungsaktivitäten:

Tabelle 59: Kenndaten Fernwärme Reihenhausbauung 1959 bis 1978

Reihenhausbauung Zeitraum 1959 - 1978 Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Endenergiebedarf je Gebäude	Wärme- belegungsdichte	max. Länge Fernwärmeleitung bei mind. 500 kWh/m Wärmebelegungsdichte
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh	kWh /m	m
Bestand	26.640	1.903	53,3
Referenzszenario	8.700	621	17,4
Klimaschutzszenario	4.992	357	10,0
Best-Practice Klimaschutzszenario	2.724	195	5,4

Tabelle 60: Annahmen zur Fernwärme Reihenhausbauung 1959 bis 1978

Annahmen	Einheit	Wert
Wohnfläche je Gebäude	m ²	120
Länge Fernwärmehauptleitung je Gebäude	m	6
Länge Hausanschlussleitung je Gebäude	m	8
Summe Leitungslänge je Gebäude	m	14

8.6.2 Mehrfamilienhausbebauung Zeitraum 1958 bis 1968

Mehrfamilienhausbebauungen weisen durch die kompaktere Bauweise i. d. R. eine höhere Wärmedichte auf, was die Voraussetzung für eine Fernwärmenutzung grundsätzlich begünstigt. Auch bei diesem Siedlungstyp zeigt sich, dass bei den Sanierungsszenarios der Endenergiebedarf rapide abnimmt. Eine Wärmebelegungsdichte von mehr als 500 kWh/m wird für diesen Siedlungstyp im Klimaschutzszenario erreicht, womit eine Anbindung an das Fernwärmenetz sinnvoll erscheint.



Tabelle 61: Mehrfamilienhausbebauung 1958 bis 1968

GFZ		1,60
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,75
Beheizte Fläche (m ² Wohnfl. pro m ² Grundstücksfl.)	m ² /m ²	1,20
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Beheizte Fläche	Grundstücksfläche
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)
Bestand	213,6	256,4
Referenzszenario	68,2	71,6
Klimaschutzszenario	40,4	42,4
Klimaschutzszenario best practice	24,5	25,7

Tabelle 62: Kennwerte Fernwärme Mehrfamilienhausbebauung 1958-1968

Mehrfamilienhaus-Bebauung Zeitraum 1959 - 1968 Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Endenergiebedarf je Gebäude	Wärme- belegungs-dichte	max. Länge Fernwärmeleitung bei mind. 500 kWh/m Wärmebelegungs-dichte
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh	kWh /m	m
Bestand	83.304	3.787	166,6
Referenzszenario	26.598	1.209	53,2
Klimaschutzszenario	15.756	716	31,5
Best-Practice Klimaschutzszenario	9.555	434	19,1

Tabelle 63: Annahmen zur Fernwärme Mehrfamilienhausbebauung 1958-1968

Annahmen	Einheit	Wert
Wohnfläche je Gebäude	m ²	390
Länge Fernwärmehauptleitung je Gebäude	m	12
Länge Hausanschlussleitung je Gebäude	m	10
Summe Leitungslänge je Gebäude	m	22
Anzahl Wohngeschosse	Stk.	4
Grundfläche Gebäude	m ²	130

8.6.3 Mehrfamilienhausbebauung Zeitraum 1919 bis 1948

Die Mehrfamilienhausbebauung aus den Jahren 1919 bis 1948 weist deutliche Gemeinsamkeiten zur Mehrfamilienhausbebauung aus den Jahren 1958 bis 1968. Auch bei diesem Siedlungstypus wird bei Bauten mit vier Wohngeschossen die energetische Gebäudesanierung dazu führen, dass im Klimaschutzszenario die erforderliche Mindest-Wärmebelegungs-dichte von 500 kWh/m erreicht wird.

**Tabelle 64: Mehrfamilienhausbebauung Baualtersstufe 1919 bis 1948**

GFZ		1,20
Faktor (Verhältnis beh. Fläche zu Geschossfläche)		0,75
Beheizte Fläche (m ² Wohnfl. pro m ² Grundstücksfl.)	m ² /m ²	0,90
Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Beheizte Fläche	Grundstücksfläche
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)
Bestand	219,6	197,6
Referenzszenario	75,0	67,5
Klimaschutzszenario	43,9	39,6
Klimaschutzszenario best practice	26,2	23,6

Tabelle 65: Kennwerte Fernwärme Mehrfamilienhausbebauung 1919-1948

Mehrfamilienhaus-Bebauung Zeitraum 1919-1948 Endenergie Wärme (Kennwerte 2030)	Endenergiebedarf je Gebäude	Wärme- belegungsdichte	max. Länge Fernwärmeleitung bei mind. 500 kWh/m Wärmebelegungsdichte
Heizen und Warmwasserbereitung	kWh	kWh /m	m
Bestand	79.056	3.593	158,1
Referenzszenario	27.000	1.227	54,0
Klimaschutzszenario	15.804	718	31,6
Best-Practice Klimaschutzszenario	9.432	429	18,9

Tabelle 66: Annahmen zur Fernwärme Mehrfamilienhausbebauung 1919-1948

Annahmen	Einheit	Wert
Wohnfläche je Gebäude	m ²	360
Länge Fernwärmehauptleitung je Gebäude	m	12
Länge Hausanschlussleitung je Gebäude	m	10
Summe Leitungslänge je Gebäude	m	22
Anzahl Wohngeschosse	Stk.	4
Grundfläche Gebäude	m ²	120

8.7 Einfluss der Müllverbrennungsanlage auf die Fernwärmeerzeugung

Die Müllverbrennungsanlage lieferte im Jahr 2007 Dampf an das HKW Sandreuth, der ca. 20 Prozent des gesamten Brennstoffeinsatzes abdeckt. Im Jahr 2012 wird die Bedeutung des Mülldampfes voraussichtlich geringfügig auf ca. 18 Prozent abnehmen, da durch den Einsatz der Biomasse der Gesamtenergieeinsatz erhöht werden dürfte. Es ist anzunehmen, dass die Müllverbrennungsanlage auch in Zukunft einen nennenswerten Anteil am Brennstoffaufkommen besitzen wird. Einflussgrößen sind die Einwohnerzahl in Nürnberg und das Müllaufkommen je Einwohner. Während die Einwohnerzahl relativ stabil verläuft, ist das Müllaufkommen pro Kopf stark vom individuellen Verhalten des Konsums geprägt. Das Recycling wirkt sich ebenfalls auf die Mengen des Haushaltsmülls aus, sodass bei einem Rückgang des Müllaufkommens auch die Lieferung von Dampf aus der Müllverbrennungsanlage betroffen ist.

8.8 Entwickeln von Kooperationen zwischen Stadt Nürnberg und dem Umland

Die Stadt Nürnberg ist bereits in zahlreiche Stadt-Land-Kooperationen in vielen unterschiedlichen Bereichen aktiv. Besonders die Zusammenarbeit innerhalb der Europäischen Metropolregion Nürnberg (EMN) ist hier zu nennen.

Als vorbildliches Beispiel im Bereich der Erneuerbaren Energien sind die Aktivitäten des kommunalen Energieversorgers der Stadt Fürth *infra fürth gmbh* zu nennen. Die *infra fürth gmbh* hat im Dezember 2011 das Bio-Energie-Zentrum (BEZ) zwischen Langenzenn und Cadolzburg im Landkreis Fürth in Betrieb genommen. Das BEZ hat eine jährliche Erzeugungskapazität von ca. 50.000 MWh Biogas. In der Biogasanlage sollen in Zukunft ca. 4 bis 6 Prozent der Erdgasabgabe der *infra fürth gmbh* als Bioerdgas erzeugt werden. Diese Strategie erhöht nicht nur die regionale Wertschöpfung vor Ort, sondern schafft auch ein Stück mehr Unabhängigkeit von Importen fossiler Energieträger aus dem Ausland. Aber auch die Umwelt profitiert von dieser wegweisenden Investition, denn es sollen jährlich ca. 17.400 Tonnen CO₂ eingespart werden können. Das erzeugte Bioerdgas wird auf Erdgasqualität aufbereitet und in die Erdgasleitung der *infra fürth gmbh* zwischen Langenzenn und Seukendorf eingespeist. Das Bioerdgas wird u. a. im Heizkraftwerk Fronmüllerstraße in Kraft-Wärme-Kopplung zu elektrischem Strom und Fernwärme hocheffizient umgewandelt. Unter Berücksichtigung der Umweltaspekte wird auch auf eine nachhaltige Erzeugung der landwirtschaftlichen Einsatzstoffe geachtet.

Dieses Beispiel zeigt, dass unter dem Motto „Aus der Region, für die Region“ eine Kooperation zwischen Stadt und Land zum Vorteile aller betrieben werden kann.

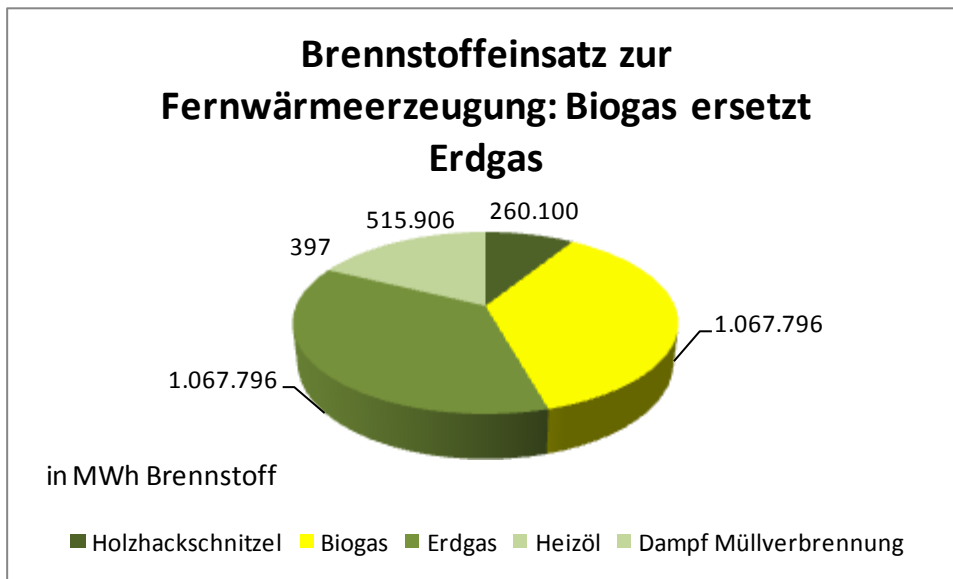


Abbildung 87: Potenzielle Einbeziehung von regionalem Biogas für das Heizkraftwerk Sandreuth

Entsprechend den Aktivitäten der infra fürth gmbh könnte auch im Heizkraftwerk Sandreuth sukzessive der Brennstoff fossiles Erdgas durch regionales regeneratives Biogas ersetzt werden. Eine Substitution von nur der Hälfte des derzeit eingesetzten Erdgas durch Biogas im HKW-Sandreuth würde allerdings die zwanzig-fache Biogasmenge der Jahresproduktion des BEZ erfordern. Prinzipiell können aber alle regionalen und überregionalen Regionen, die an ein umfassendes Erdgasnetz angeschlossen sind, durch die Einspeisung von Biogas zu einer Substitutionen fossilen Erdgases beitragen.

9 Erneuerbare Energien

Die Erzeugung und Nutzung Erneuerbarer Energien in der Stadt Nürnberg sind neben der Energieeffizienz die zentralen Bausteine zu einer klimafreundlichen Gestaltung der Zukunft. Es wird sich eine Versorgungsvielfalt einstellen, die nicht mehr getragen ist durch einige wenige zentrale Techniken. Die Verantwortung für die Bereitstellung der Energie wird zunehmend durch folgende drei regionale Zuordnungen geprägt sein:

- Regenerative Energieerzeugung direkt im Stadtgebiet Nürnberg
- Nutzung aus der Europäischen Metropolregion Nürnberg eingeführter Erneuerbarer Energien
- Verwendung überregional erzeugter regenerativer Energien (BRD und EU).

Es ist absehbar, dass insbesondere Kommunen und Regionen, die einen großen Teil der regenerativen energetischen Wertschöpfung in ihre regionalen Wirtschaftsstrukturen einbinden können, langfristig die Gewinner der Energiewende sein werden. Dabei geht es einerseits um ökonomische Belange hinsichtlich der Wirtschaftskraft und der daraus resultierenden Konjunkturparameter. Zugleich kann die Metropolregion Nürnberg mit ihrer hohen Kernkompetenz im Sektor Energie aber nur dann mittelfristig erfolgreich ihre Exportchancen in diesem Segment wahrnehmen, wenn sie selbst die Techniken umfassend erfolgreich anwendet. Schließlich ergibt sich aus Nachhaltigkeitsgründen die Anforderung, erneuerbare Energiegewinnung so verträglich wie möglich in die Siedlungs- und Regionalstrukturen zu integrieren ohne eine zu starke Belastung des Naturraums sowie des Landschafts- und Stadtbildes. Es ist eine hohe Anforderung an die Neubau-, Sanierungs- und Freiflächenplanung der kommenden Jahre, Techniken der erneuerbaren Energiegewinnung architektonisch hochwertig in die Gebäude, den Stadtraum und die Landschaft zu integrieren.

Grundsätzlich muss beachtet werden, dass die Möglichkeiten der regenerativen Energieerzeugung innerhalb des Stadtgebietes begrenzt sind, da die Flächen relativ kostbar und vielfach bereits mit andern Nutzungen belegt sind. Dennoch liegt vor allem ein hohes Potenzial an solarer Nutzung vor. Die Flächen sollten nicht nur auf die Dächer von Hauptgebäuden beschränkt sein, sondern sich als Gesamtlösung in die Architektur einbinden und dabei Nebengebäude und Situationen im öffentlichen Raum in Verbindung mit zahlreichen Funktionen wie Überdachungen, Verschattungen, Schallschutzelementen etc. sinnvoll einbeziehen.

Das Potenzial an Biomasse der städtischen Grünflächen ist im Vergleich zur Region nicht sehr hoch. Durch gezielte Bewirtschaftung der Flächen kann allerdings erreicht werden, dass die städtisch verfügbare Biomasse zu einem möglichst hohen Maß als erneuerbare Energiequelle genutzt werden kann.

Die Studie stellt sehr deutlich dar (s. Kap. 9.7.2), dass Städte nur im Zusammenwirken mit der jeweiligen Region ihre Klimaschutzziele erreichen können. Daraus erwachsen gegenseitige Synergien. Die Wirtschaftskraft der ländlichen Bereiche wird steigen, weil die Region als Energielieferant für den verdichteten Siedlungsbereich fungieren wird.

Überregionale Erzeugung von Energie ist ein wichtiger Part des Gesamtsystems. Durch den europäischen Energieverbund kann ein hohes Maß an Lastausgleich erfolgen und damit die Speicherproblematik reduziert werden. Zugleich stellen vor allem Off-Shore-Windkraft und solare Großanlagen sowie weitere regional unterschiedlich strukturierte erneuerbare Systeme eine sinnvolle Komplettierung des Gesamtsystems dar. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass in Abhängigkeit vom Effizienzstandard die regionale Energiegewinnung mittel- bis langfristig 70 bis über 90 Prozent des Gesamtbedarfs decken wird.

Eine Detailuntersuchung der Thematik der Erneuerbaren Energien im Stadtgebiet Nürnberg ist nicht Auftragsbestandteil dieser Studie. Deshalb werden im Folgenden nur jeweils kurze Aussagen zu den verschiedenen Gestaltungsformen formuliert. Es wird empfohlen, zu dieser Thematik gesonderte Gutachten zu erstellen, welche die Potenziale der erneuerbaren Techniken in der Region und der Stadt Nürnberg präzise erfassen, deren Kosten- und Wirtschaftlichkeitsentwicklung und vor allem die Herausforderungen der daraus resultierenden Regelsysteme beschreiben. Nicht zuletzt ist der Erfolg der Energiewende davon abhängig, wie die Aufgaben auf bestehende und neue Akteure verteilt werden und welche Zuständigkeiten für die Erzeugung, Verteilung und Regelung des Gesamtsystems entstehen werden. Jede Region ist gut beraten, in diesem Zusammenhang frühzeitig Strategien gemeinsam mit ihren kommunalen Versorgern und einem möglichst großen Zusammenschluss von regionalen Akteuren zu entwickeln.

9.1 Windkraft

Für Windkraft besteht im Gebiet der Stadt Nürnberg nur ein sehr geringes Potenzial, sodass in der Analyse Kommune und Region zusammengefasst wurden. Der Ansatz für die Potenziale basiert auf den Potenzialen der Bayerischen Landesenergieagentur mit dem Energiekonzept „Energie Innovativ“. Insbesondere im Segment Windkraft wird ein relativ hoher überregionaler Versorgungsanteil einbezogen, der sich aus Großanlagen in Küstenbereichen und Offshore-Windanlagen speist.

9.2 Photovoltaik

Photovoltaik stellt im Stadtgebiet Nürnberg mit Abstand die relevanteste Form der regenerativen Energiegewinnung dar. In naher Zukunft werden die Gestehungskosten in einen Bereich gelangen, der Eigennutzung des gewonnenen Solarstroms wirtschaftlich werden lässt. Dadurch können selbst kleine Gebäudesysteme bis hinunter zum Einfamilienhaus einen hohen Selbstversorgungsanteil erzielen. Auf diesem Weg sinkt die tägliche Bezugs- und Lieferamplitude deutlich. Zudem kann jedes Gebäude als Speicher fungieren und durch einfache Regeleingriffe zum Lastmanagement bei Überschuss- und Unterdeckung für das regionale Netz eingesetzt werden. Kleine thermische Speicher können dazu genutzt werden, den regenerativen Strom über Wärmepumpentechnik mit guter Arbeitszahl von 3 bis 5 zu den Zeiten einzuspeichern, in denen er bereitsteht. Für den Bereich der Stromanwendungen können vergleichsweise kleine Batteriespeicher mit ca. 0,05 kWh/m² Wohn-/Nutzfläche dafür sorgen, dass z. B. bei Wohnnutzungen in der längsten Zeit des Jahres über 80 Prozent des Stroms selbst erzeugt und genutzt werden kann.

Das Potenzial für Photovoltaik-Anwendungen im Stadtgebiet Nürnberg wird in den Kapiteln 6.1.2 und 6.1.3 ermittelt. Die Auswertung in diesem Kapitel wurde darüber hinaus mit weiteren vergleichenden Studien gewichtet. Die darüber hinaus gehenden Werte für Photovoltaik aus der Region basieren wiederum auf dem Energiekonzept „Energie Innovativ“ der Bayerischen Energieagentur [Bayern 2011].

Kommunale und regionale PV-Nutzung wird einen relevanten Teil der Versorgung übernehmen. Der überregionalen, EU-weiten Solarstromerzeugung wird dagegen nur ein Anteil von 2 Prozent im Jahr 2030 bis zu 5 Prozent in 2050 zugeordnet.

9.3 Solarthermie

Solarthermie ist notwendigerweise eine stationär zu nutzende Energiequelle und wird deshalb nur für das Stadtgebiet Nürnberg betrachtet. Der Einsatz ist vor allem sinnvoll für Warmwasserbereitung und Prozesswärme und wird in den kommenden Jahren hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Flächennutzung im Vergleich bzw. Zusammenwirken zur photovoltaischen Nutzung gesehen werden müssen. Der Anteil am gesamten Endenergieverbrauch betrug 2010 etwa 0,05 Prozent und wird für 2030 bei 0,15 Prozent veranschlagt sowie 2050 bei 1,5 Prozent des Endenergiebedarfs.

9.4 Biomasse

Biomasse stellt eine chemisch gebundene Energieform dar und kann damit innerhalb der erneuerbaren Energieversorgung vom Sommer in den Winter transferiert und zu den Zeiten genutzt werden, zu denen eine erhöhter Energiebedarf besteht. Insbesondere in der Kernheizzeit von November bis Februar kann mittels Kraft-Wärme-Kopplung in zentralen Systemen Fernwärme bereitgestellt und gleichzeitig Strom erzeugt werden. Diese Anwendung beinhaltet den günstigen synergetischen Nutzen, dass im Bereich von Bebauungsgebieten mit geringer Dichte nur noch eine monovalente Stromversorgung gegeben sein wird. Dort wird der durch KWK erzeugte Strom in den vier Monaten der Hauptheizzeit z. B. für Wärmepumpenanwendungen benötigt.

Die Einsatzmöglichkeiten für Biomasse sind sehr vielfältig und es ist Gegenstand einer gesonderten Untersuchung, optimierte Einsatzbereiche für die regionale Nutzung im Verbund von Land und Stadt zu eruieren. In der Szenarien-Darstellung in Kapitel 9.7 fließt Biomassenutzung in die Kategorien Erneuerbare Kraftstoffe (EE Kraftstoffe), Gas erneuerbar (teilweise durch Biogasnutzung etc.), Strom aus Biomasse und Biomasse (sonstige) ein.

Wichtig ist bei der Beurteilung des Einsatzes von Biomasse, dass eine nachhaltige Nutzung auf Basis regionaler Kreisläufe angestrebt wird, bei der die Belange der Ernährung, Landwirtschaft und des Landschaftsschutzes hohe Priorität genießen. Der Import größerer Mengen biogener Energieträger insbesondere über weite Distanzen sollte nicht in Betracht kommen.

9.5 Erneuerbares Biogas

Erneuerbares Biogas stellt einen für die erneuerbare Energieversorgung eminent wichtigen Energieträger dar, mit dem chemisch gebundene Energie aus dem Sommer für die Spitzenlastzeiten im Winter gespeichert werden kann. Dazu wird einerseits das Gasnetz mit den bereits bestehenden Speicherkapazitäten zu einem wesentlichen Speichersystem für die erneuerbare Energieversorgung werden. Darüber hinaus werden gasbetriebene Stromerzeugungssysteme, gleich ob großtechnisch im GuD-Bereich oder in kleinen Einheiten mittels BHKW-Technik eine hohe Bedeutung für die Spitzen- und Regellasten haben. Zudem können mit verschiedensten Verfahren erneuerbare Energieträger in Gas gewandelt werden und mithin eine zusätzliche Speicherfunktion unterstützen. Eine wesentliche Aufgabe wird dabei mittelfristig die Zwischenspeicherung von PV- und Wind-Überschussstrom mittels Elektrolyse einnehmen. Derartige Anlagen gilt es in angemessenen Anlagengrößen auch in der Region in das Versorgungskonzept zu implementieren.

Es gibt allerdings auch Einsatzbereiche, in denen in den nächsten Jahren die Bedeutung von konventionellem Erdgas abnehmen wird. Viele Bebauungsgebiete mit Erdgasversorgung werden durch energieeffiziente Sanierungen zunehmend unwirtschaftlich hinsichtlich der langfristigen Aufrechterhaltung der Erdgasnetze. Dazu müssen in den nächsten Jahren gezielte Untersuchungen stattfinden, die für diese langfristig angelegten Versorgungssysteme sinnvolle Fortschreibungen, aber in Sonderfällen auch Rückbaukonzepte beinhalten.

Eine Versorgungskonzeption mit zentralen KWK- und GuD-Kraftwerken in Verbindung mit Wärmepumpentechnologie für die Wärmebereitstellung in der Fläche stellt einen wesentlichen Aspekt der Energieversorgung in den nächsten Jahrzehnten dar [Lüking, Hauser 2011].

9.6 Geothermie

Für Geothermie werden in der Studie zurückhaltende Annahmen gemacht. Für das Jahr 2030 werden 0,05 Prozent der jährlichen Endenergiemenge in Ansatz gebracht und für das Jahr 2050 sind es 0,5 Prozent.

9.7 Szenarien der erneuerbaren Versorgung

Zu den Szenarien der Studie wurden die Versorgungsoptionen durch erneuerbare Energien überprüft. Dazu erfolgte eine Zusammenstellung der verfügbaren Daten für den Ist-Zustand 2010 auf Basis bereits sowie der N-ERGIE [N-ERGIE 2012]. Die Werte für 2020 wurden auf Basis des Bayerischen Energiekonzepts „Energie innovativ“ der Bayerischen Staatsregierung [Bayern 2011] ermittelt. Die weitere Fortschreibung für die Jahre 2030 bis 2050 erfolgte auf Basis der zahlreichen Gutachten, die in den Leitstudien zur Entwicklung bis 2050 in Kapitel 2.2 beschrieben werden. Weiterhin wurde die Studie des BMU „Erneuerbare Energien 2010“ als Grundlage genommen [BMU 2011-1] sowie die IÖW-Studie „Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“ [IÖW 2010]. Es ist zu beachten, dass die Werte für 2030 bis 2050 als eher konservativ angesetzte Trendaussagen zu bewerten sind, die sich entsprechend der weiteren Entwicklungen der erneuerbaren Techniken ändern können.

Als Datenausgangsbasis wurden die Szenarien und Endenergie-Werte dieser Studie aus den Kapiteln 5 und 7 zugrunde gelegt. Folgende Grafik bildet den Ist-Zustand des Jahres 2010 bei der Gewinnung erneuerbarer Energien im Stadtgebiet Nürnberg ab:

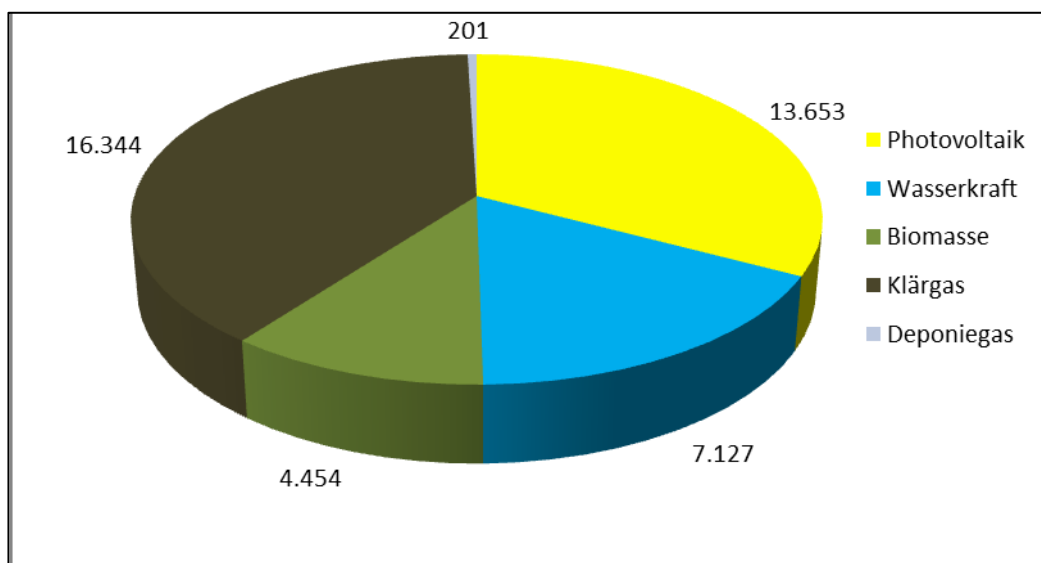


Abbildung 88: Regenerative Stromerzeugung in der Stadt Nürnberg in 2010, Gesamtertrag 41.780 MWh

9.7.1 Referenzszenario

Das Referenzszenario bildet, wie in Kapitel 5.1.1 beschrieben, einen Entwicklungspfad ab, der insbesondere in den Jahren 2012 bis 2020 eher zurückhaltende Klimaschutzmaßnahmen vorsieht. Auf Basis einer durchschnittlichen jährlichen Sanierungsquote von 1,2 % für den Gebäudebestand ergibt sich für die Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) und Industrie ein Endenergiebedarf von 10.431 GWh im Jahr 2010, der bis 2050 um

34,1 Prozent auf 6.875 GWh/a sinkt. In der Gesamtdarstellung der Versorgungssituation in Nürnberg wird nun der Verkehrssektor in die Betrachtung einbezogen und eine Analyse der möglichen regenerativen Versorgung auf Basis der oben benannten Rahmenbedingungen durchgeführt. Im Referenzszenario liegt der Anteil der Erneuerbaren Energien 2010 bei 9,2 %, im Jahr 2030 bei 31,4 % und erreicht 56 % im Jahr 2050

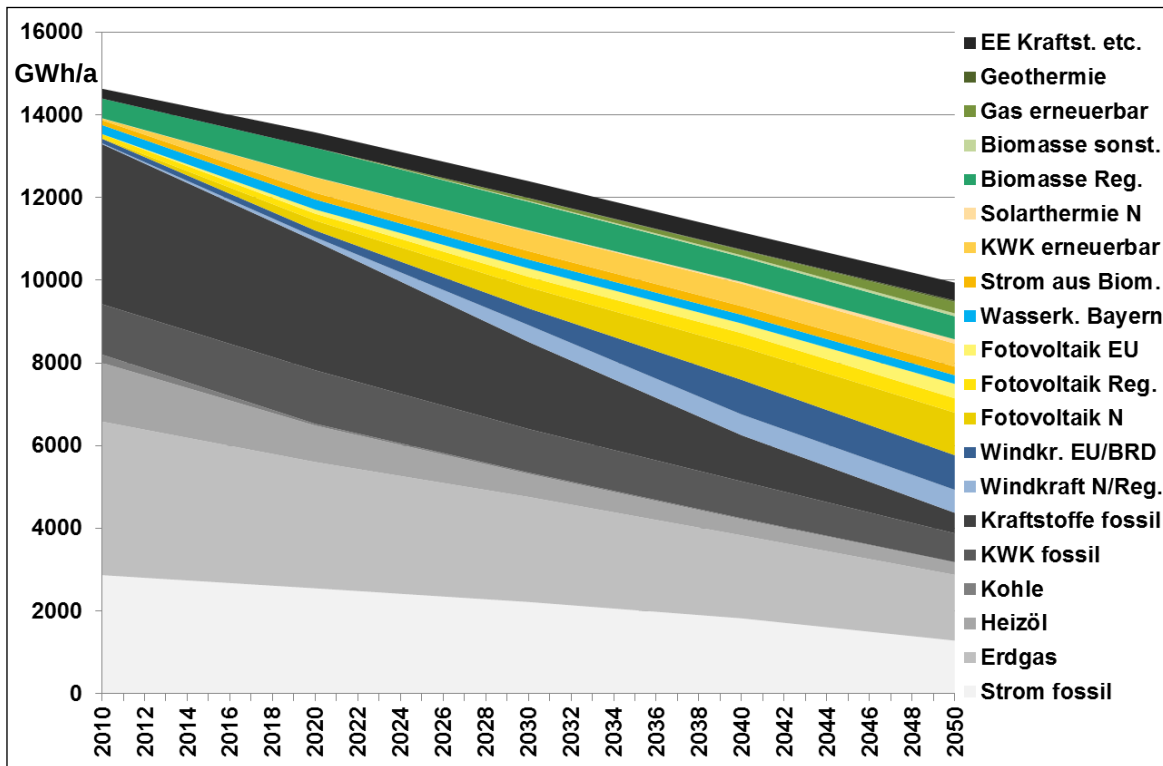


Abbildung 89 Entwicklung der Versorgungssituation in Nürnberg nach Energieträgern: Im Referenzszenario liegt der Anteil der Erneuerbaren Energien 2010 bei 9,2 %, im Jahr 2030 bei 31,4 % und erreicht 56 % im Jahr 2050

9.7.2 Klimaschutzszenario

Das Klimaschutzszenario (vgl. Kap. 5.1.2) basiert auf Techniken und strategischen Ansätzen, die seit Jahren marktverfügbar und unter makroökonomisch sinnvollen Rahmenbedingungen wirtschaftlich einsetzbar sind.

Bei einer Sanierungsquote von im Mittel jährlich 1,5 Prozent führt das Klimaschutzszenario für die Sektoren Haushalte, GHD und Industrie zu einer Endenergiereduktion um 55 Prozent von 10.431 GWh im Jahr 2010 auf 4.697 GWh/a im Jahr 2050. Bei Einbeziehung des Verkehrssektors erbringt die Untersuchung einen regenerativen Versorgungsanteil von 38,3 % im Jahr 2030, 2040 liegt der Wert bei 58,7 % und im Jahr 2050 bei 80 %.

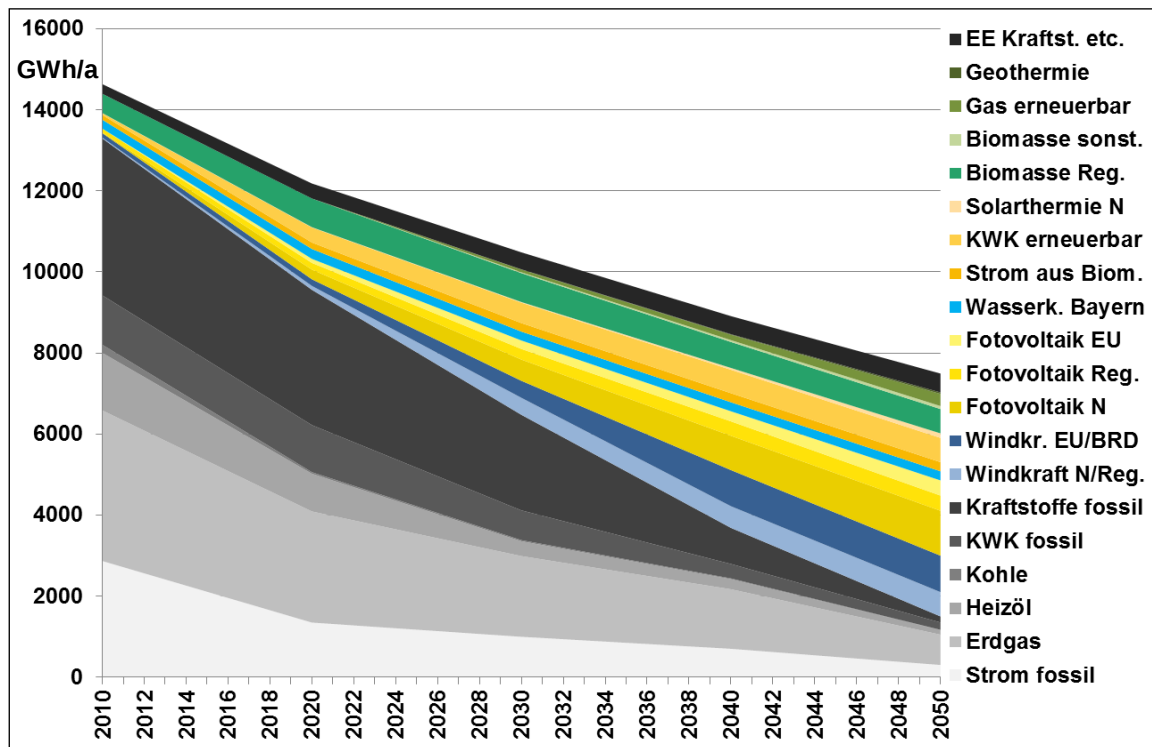


Abbildung 90 Im Klimaschutzszenario erreicht der Anteil Erneuerbarer Energien im Jahr 2030 38,3 %, 2040 liegt der Wert bei 58,7 % und im Jahr 2050 bei 80 %

Wird die Wertschöpfung hinsichtlich der Erneuerbaren Energien räumlich zugeordnet, so ergibt sich aus dem vorherigen Diagramm die Aufteilung gemäß der folgenden Abbildung. In Kapitel 9.7.5 werden daraus weitere Ableitungen für die wirtschaftlichen Möglichkeiten in der Region abgeleitet.

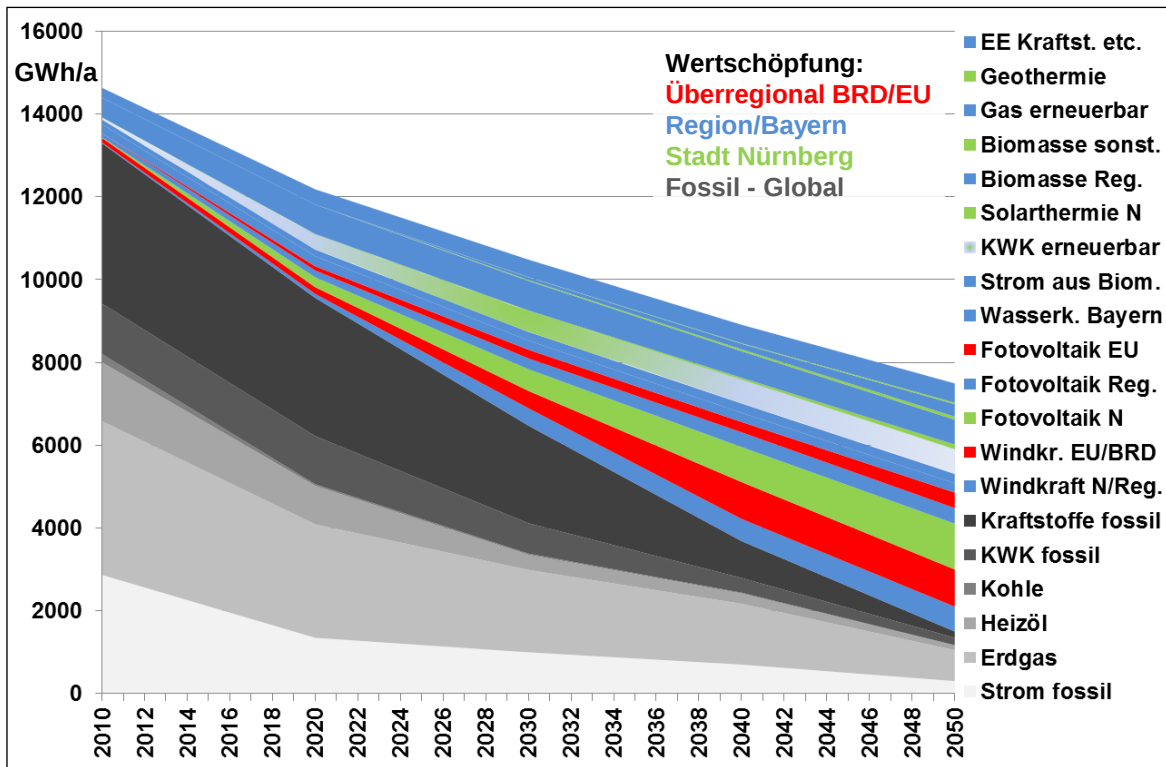


Abbildung 91 Räumliche Zuordnung der Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien für das Klimaschutzszenario

9.7.3 Best Practice Szenario

Das Best Practice Szenario (vgl. Kap. 5.1.3) untersucht die weitestgehende Variante auf das technisch und administrativ Machbare. Dabei wird von sehr ambitionierten Umsetzungsstrategien in Verbindung mit konsequentem Einsatz von bereits heute weitgehend vorhandener innovativer Technik ausgegangen. Im Best Practice Szenario wird für die Sektoren Haushalte, GHD und Industrie bei einer Sanierungsquote von im Mittel jährlich 2,0 Prozent eine Endenergiereduktion um 70,3 Prozent von 10.431 GWh im Jahr 2010 auf knapp 3.100 GWh/a im Jahr 2050 erreicht. Das Best Practice Szenario ermöglicht unter Einbeziehung des Verkehrssektors mit sehr optimierten Effizienzmaßnahmen nahezu die Klimaneutralität für die Stadt Nürnberg bis zum Jahr 2050.

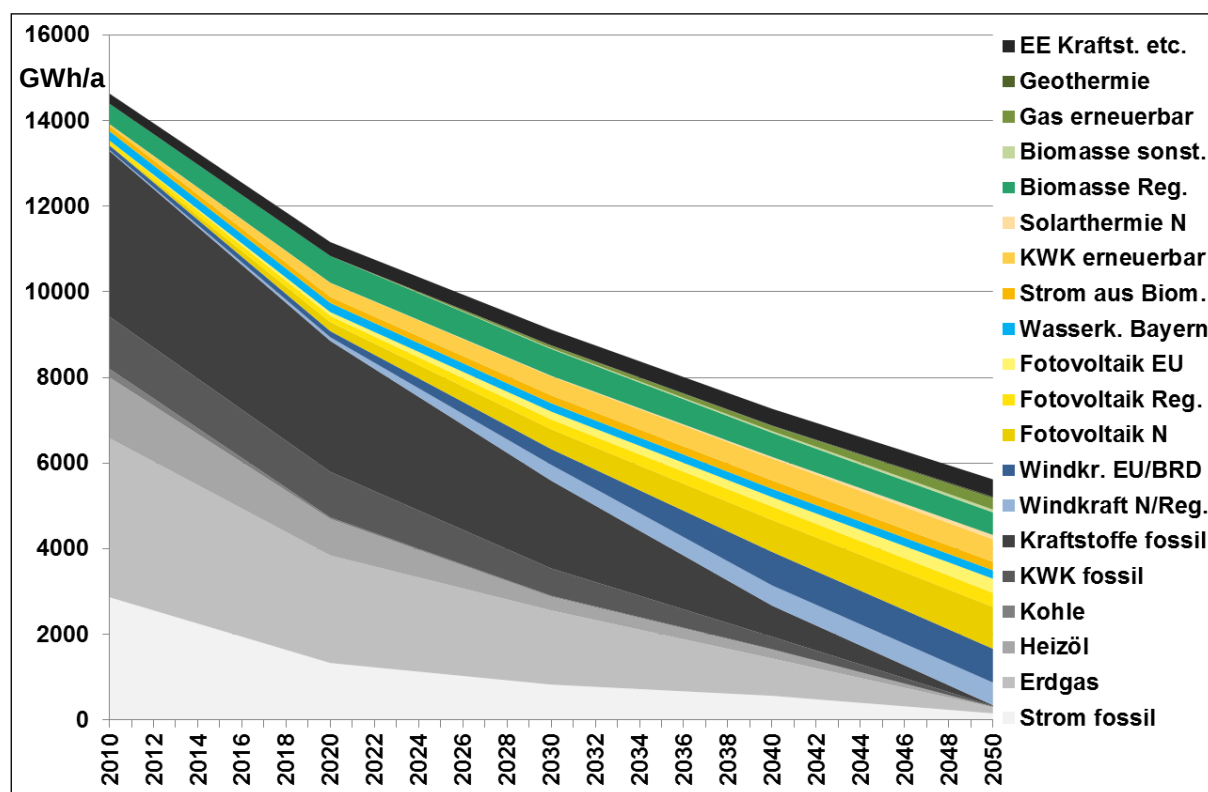


Abbildung 92 Das Best Practice Szenario mit sehr optimierten Effizienzmaßnahmen ermöglicht nahezu die Klimaneutralität für die Stadt Nürnberg bis zum Jahr 2050

9.7.4 Tabellarischer Ergebnisüberblick

In den folgenden Tabellen werden die Ergebnisse für die drei Szenarien zusammengefasst. In der ersten Tabelle ist die prozentuale Entwicklung der Erneuerbaren Energien inklusive des Anteils erneuerbaren Stroms an der Stromproduktion ablesbar. In der folgenden Aufstellung werden die Energiemengen in Gigawattstunden dargestellt.

Tabelle 67 Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energieträger für Referenz-, Klimaschutz- und Best Practice-Szenario in den Jahren 2010 bis 2050 (Prozent)

Referenzszenario	2010	2020	2030	2040	2050
Nicht erneuerbar	90,8 %	80,6 %	68,6 %	56,0 %	44,0 %
Erneuerbar	9,2 %	19,4 %	31,4 %	44,0 %	56,0 %
Strom erneuerbar	16,8 %	31,5 %	49,8 %	63,2 %	73,4 %
Klimaschutzszenario					
Nicht erneuerbar	90,8 %	78,5 %	61,8 %	41,4 %	20,0 %
Erneuerbar	9,2 %	21,5 %	38,3 %	58,7 %	80,0 %
Strom erneuerbar	16,8 %	46,4 %	69,5 %	82,6 %	92,7 %
Best Practice Szenario					
Nicht erneuerbar	90,8 %	79,3 %	61,3 %	36,7 %	6,1 %
Erneuerbar	9,2 %	20,7 %	38,7 %	63,3 %	93,9 %
Strom erneuerbar	16,8 %	43,6 %	70,7 %	83,8 %	95,6 %

Tabelle 68 Entwicklung der erneuerbaren Energieträger für Referenz-, Klimaschutz- und Best Practice-Szenario in den Jahren 2010 bis 2050 (GWh) – da beim Best Practice Szenario ein besonderer Schwerpunkt auf die Effizienz gelegt wird, liegt der Gesamtbetrag der Erneuerbaren Energien gut zehn Prozent niedriger als beim Klimaschuttszenario

Referenzszenario	2010	2020	2030	2040	2050
Nicht erneuerbar	13.294	10.946	8.510	6.252	4.375
Erneuerbar	1.340	2.632	3.889	4.910	5.568
Klimaschutzszenario					
Nicht erneuerbar	13.294	9.559	6.474	3.684	1.499
Erneuerbar	1.340	2.624	4.010	5.225	5.994
Best Practice Szenario					
Nicht erneuerbar	13.294	8.855	5.591	2.671	345
Erneuerbar	1.340	2.309	3.529	4.598	5.275

9.7.5 Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien

Der Einsatz Erneuerbarer Energien führt ebenso wie Effizienzmaßnahmen zu einer hohen kommunalen und regionalen Wertschöpfung, da Energieimporte durch regional erzeugte Energien substituiert werden. Die folgenden Diagramme zeigen die Zuordnungen für die drei Szenarien auf. Die großen Gewinner dieser Entwicklung sind sowohl die Kommunen aber vor allem die Regionen.

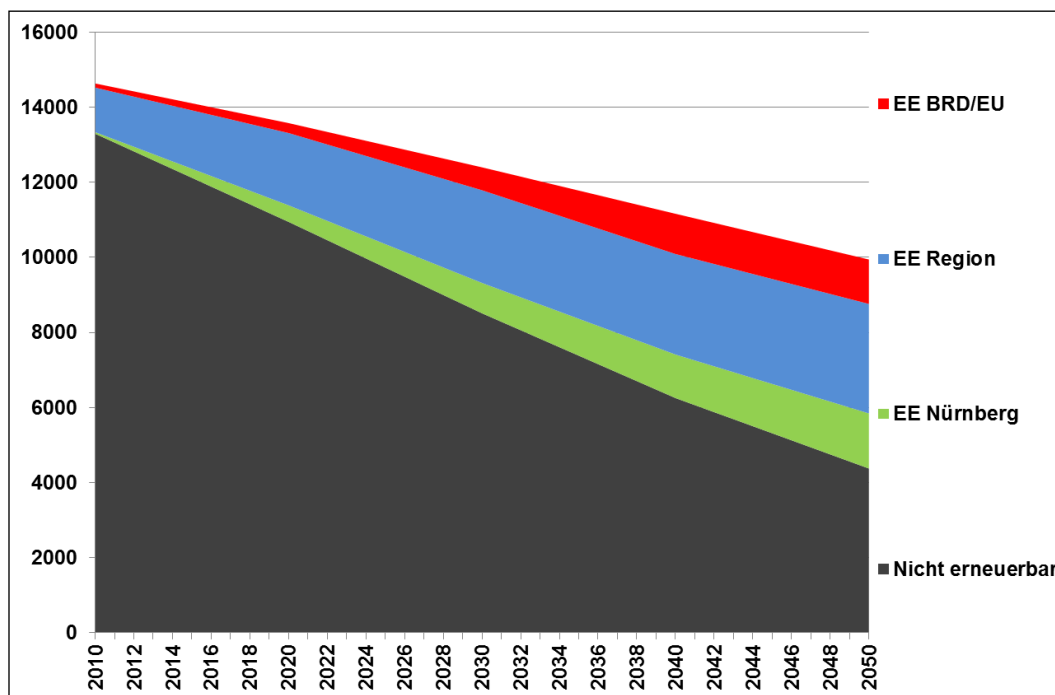


Abbildung 93 Räumliche Zuordnung der Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien inkl. Vergleich zu den fossilen Energieträgern (nicht erneuerbar: anthrazitfarben), Referenzszenario

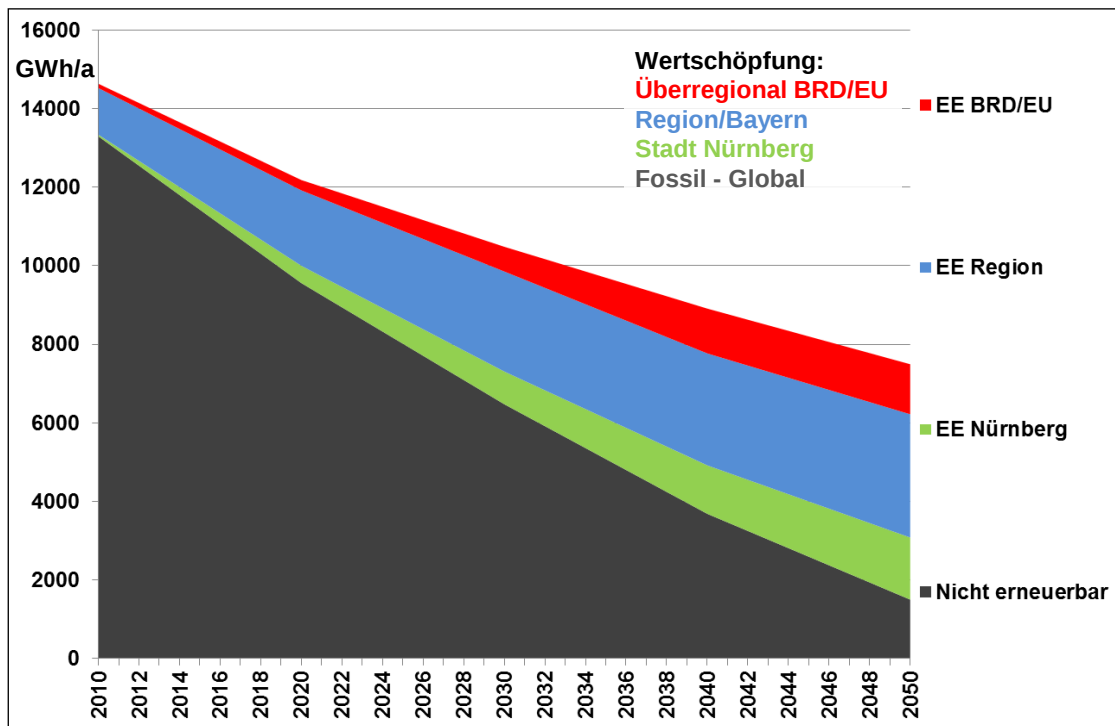


Abbildung 94 Räumliche Zuordnung der Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien für das Klimaschutzenszenario, geordnet nach Erneuerbaren Energien aus dem Stadtgebiet Nürnberg, der Region und überregionalen Quellen aus der BRD und EU

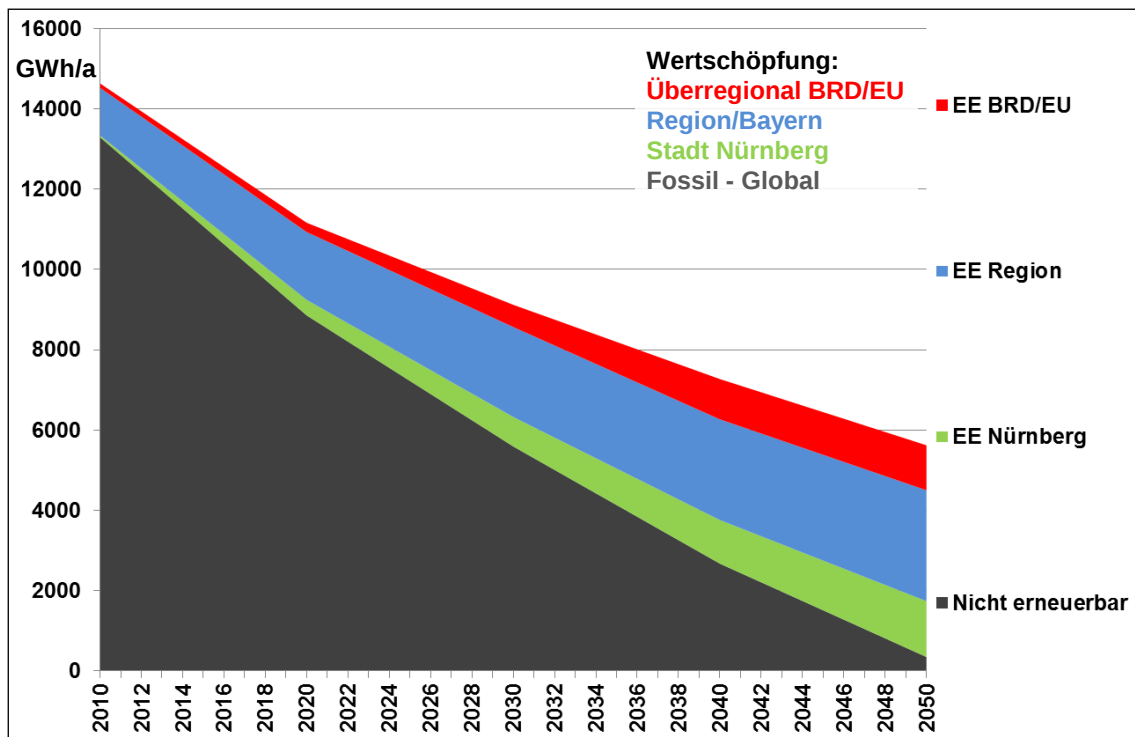


Abbildung 95 Zuordnung der Wertschöpfung nach Stadt Nürnberg, Region und überregional in der BRD bzw. EU-weit für das Best Practice Szenario

Für Nürnberg und die Region betragen die jährlichen kommunalen Wertschöpfungseffekte auf Basis einer gemittelten Hochrechnung nach der IÖW-Studie „Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“ [IÖW 2010] in Nürnberg 22 Mio. € in 2020 und werden auf knapp 80 Mio. €/a in 2050 wachsen (ohne Inflationsausgleich). Die Zahlen beziffern nicht den Umsatz der Geschäftstätigkeit, sondern beinhalten alleine den kommunalen Anteil der Wertschöpfung. In der Region liegen die Werte nochmals höher und steigen von knapp 60 Mio. € in 2020 auf über 150 Mio. €/a in 2050. Grundlage dieser Berechnung sind die Werte des Klimaschutzszenarios.

Tabelle 69 Kommunale und regionale Wertschöpfung durch den Einsatz von Erneuerbaren Energien pro Jahr (Mio. €/a) in Nürnberg und der Region

	2010	2020	2030	2040	2050
Nürnberg	2,1	22,0	41,7	61,7	79,0
Region	59,3	96,0	127,4	142,5	157,0

10 Maßnahmenempfehlungen zur Umsetzung der Energieeffizienzstrategie

Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung der Energieeffizienz ist eine gezielte Herangehensweise, die alle Akteure mit einbezieht. Neben den bereits beschriebenen technischen Grundlagen gilt es, Strategien für die unterschiedlichen Bereiche zu entwickeln. In den folgenden Kapiteln werden dazu Vorschläge zusammengestellt.

10.1 Maßnahmen im Sektor der privaten Haushalte und der Wohnungswirtschaft

Im Sektor der privaten Haushalte und in der Wohnungswirtschaft liegen die Effizienzpotenziale besonders in der Senkung des Raumwärmebedarfs und in der Stromeffizienz der elektrischen Geräte und Anlagen. Das Ziel besteht darin, die privaten Haushalte und professionellen Vermieter über die Energieeffizienzpotenziale und Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zu informieren, bei Maßnahmen zu unterstützen und mit Förderungen von Bund, Land und Kommune eine möglichst große Wirkung zu erzielen.

Die strategischen Ansätze des Maßnahmenkatalogs sind dadurch gekennzeichnet, dass der Immobiliensektor durch langfristige Investitionsstrategien geprägt ist. Deshalb benötigt die energetische Ertüchtigung des Gebäudebestands einen Zeitraum von vierzig bis fünfzig Jahren. Energetische Maßnahmen können nur dann ökonomisch sinnvoll durchgeführt werden, wenn sie als Teil des Gesamtkonzepts begriffen werden. Verfrühte Sanierungsmaßnahmen vor Ablauf der Nutzungsdauer eines Bauteils sind ökonomisch ebenso nachteilig wie halbherzige Maßnahmen mit mittleren Standards. Insofern ist zu unterscheiden zwischen durchgreifenden Maßnahmen mit zukunftsfähigen Standards bei Neubau und Sanierungen

mit Gesamtkonzept und niederschweligen Maßnahmen im Bestand, der erst in zehn bis zwanzig Jahren saniert wird.

10.1.1 Neubau und Sanierung

Für die Bereiche Neubau und Sanierung gelten die Anmerkungen der Einleitung in besonderem Maß. Es gilt das Motto für die Maßnahmen: „Wenn schon, denn schon!“ Im Einzelnen sind u. a. folgende Maßnahmen anzustreben:

1. Grundvoraussetzung für klimagerechte Sanierung und Neubau ist die energetisch hochwertige Ausführung der Gebäudehülle (vgl. Kap. 2.7). Da insbesondere die Außenbauteile eine Nutzungsdauer von 30 bis über 50 Jahren aufweisen, müssen sie in einem Standard ausgeführt werden, der zukunftsfähig ist bis in das Jahr 2050. Die Ausführung schlechterer energetischer Standards ist unwirtschaftlich, weil ein weiterer Sanierungszyklus bereits nach 15 bis 20 Jahren vor Ablauf der Nutzungsdauer erforderlich sein wird.
2. Lüftungstechnik stellt sowohl aus Gründen der Raumlufthygiene als auch wegen des beträchtlichen Energiesparpotenzials mittels Wärmerückgewinnung eine zentrale Technik bei Neubau und Sanierung dar. (technische Details zu den Maßnahmen s. Kap. 2.5.4)
3. Gebäudetechniksysteme für Heizung und Warmwasserbereitung werden aufgrund der zukünftigen Effizienzstandards in den nächsten Jahren deutliche Paradigmenwechsel erfahren. Es wird notwendig sein, bei dieser Neuausrichtung die Versorgungssysteme für die Baugebiete mit einzubeziehen, da bei deutlich sinkender Energiedichte und einem hohen regenerativen Versorgungsanteil die Abhängigkeiten zwischen individuellem Gebäude, Quartier und Gesamtsystem deutlich komplexer werden. (technische Details zu den Maßnahmen s. Kap. 2.5.5)
4. Im Bereich der Stromanwendungen kann bei gezieltem Vorgehen aufgrund der eher kurzen Investitionszyklen kurzfristig ein sehr hohes Einsparpotenzial realisiert werden. (vgl. Kap. 2.5.7 und 11.2.3)
5. Der Einsatz erneuerbarer Energien innerhalb der Siedlungsstrukturen muss gezielt gefördert werden. So sollten z. B. Photovoltaikkonzepte mit einem möglichst hohen Eigennutzungsanteil, ggf. in Verbindung mit Speichersystemen für die tägliche Nutzungsamplitude ebenso forciert werden wie regenerativ betriebene KWK-Modelle in verdichteten Quartieren mit Nah- und Fernwärmesystemen. (s. Kap. 2.5.9 und Kap. 9)

6. Die Gebäude werden zu einem interaktiven Teil des Versorgungssystems und zum Teil eines Smart Grids. Wärme- und Stromanwendungen können als Teil eines Lastmanagementsystems genutzt werden. Modellquartiere können sowohl für die technische Lösung hilfreich sein als auch im Zusammenwirken mit regenerativer Energiegewinnung beispielhaft für das Zusammenwirken interaktiver Ansätze (s. Kap. 2.5.6)
7. Integrale Planung unter Einbeziehung aller technischen und energetischen Aspekte sowie eine umfassende Nachhaltigkeitsbetrachtung sind Grundvoraussetzung für hochwertige Ergebnisse. Bei Sanierungen ist in jedem Fall ein Gesamtkonzept im Vorfeld der Maßnahmen zu erstellen.

10.1.2 Niederschwellige Sanierungsmaßnahmen

In Ergänzung zu grundlegenden Gesamtkonzepten bei Neubau und Sanierung kann mit niederschwelligen Maßnahmen eine sinnvolle Wirkung für den Teil des Gebäudebestands erzielt werden, der erst mittel- oder langfristig saniert wird. Dazu können mit gutem Kosten-Nutzen-Verhältnis z. B. folgende Verbesserungen durchgeführt werden, wobei als Nebeneffekt bei gezielter Auswahl der Wohnkomfort in den Gebäuden deutlich erhöht wird:

1. Gebäudehülle:
 - a. Dämmung der obersten Geschossdecke bzw. zugängliche Sparrenbereiche
 - b. Dämmung der Kellerdecke
 - c. Abdichtung von Leckagen in der Gebäudehülle, insbesondere von Fenstern oder Türen
 - d. Ggf. Innendämmung in Teilbereichen
2. Heizung / Warmwasserbereitung (kleinteilige Maßnahmen):
 - a. Austausch veralteter Heizungspumpen durch energieeffiziente Pumpen
 - b. Dämmung von Rohrleitungen im Verteilsystem
 - c. Einbau von hochwertigen Thermostatventilen
 - d. Ausführen eines hydraulischen Abgleichs
 - e. Temporärer Absenkbetrieb des Temperaturniveaus
3. Heizung / Warmwasserbereitung (Erneuerung, wenn die nächste bauliche Sanierung erst in 15 bis 20 Jahren durchgeführt wird):
 - a. Erneuerung der Heizanlage / Warmwasserbereitung mit einem effizienten System möglichst unter Nutzung erneuerbarer Energien (z. B. Brennwerttechnik, Pelletskessel, Solarthermie)
 - b. Überarbeitung bestehender Anlagen zur Erhöhung der Effizienz
 - c. Einbau hochwertiger Regelsysteme
4. Nutzerverhalten:

- a. Zonierung im Winter bzw. Temperaturabsenkung in nicht genutzten Bereichen
- b. Gezielte Lüftung zur Sicherstellung guter Raumlufthqualität bei niedrigen Lüftungswärmeverlust; Verzicht auf Kippstellung der Fenster während der Heizsaison
- c. Bewusste Temperaturregelung (ohne Verzicht auf Komfort).

10.1.3 Stromnutzung und Erzeugung regenerativen Stroms

In Kapitel 2.5.7 werden bereits Maßnahmen hinsichtlich der effizienten Nutzung des Haushaltsstroms sowie zur regenerativen Gewinnung von Strom dargestellt. Diese Maßnahmen sind grundsätzlich in vergleichbarer Form bei allen Bestandsgebäuden, gleich ob sie durch die Eigentümer oder durch Mieter bewohnt werden, anwendbar:

1. Strom – Optimieren des Verbrauchs

- a. Auswahl energieeffizienter Haushalts-, EDV- und Kommunikationsgeräte sowie Unterhaltungselektronik mit hoher Energieeffizienz bei Neu- und Ersatzbeschaffung
- b. Optimieren des Nutzerverhaltens
- c. Selbstverpflichtung von Fachmärkten und Internetanbietern zur ausschließlichen Lieferung hocheffizienter Geräte
- d. Selbstverpflichtung der Hersteller zum Top-Runner-Prinzip: Produktion von hocheffizienten Geräten und Absetzen der Produktion von mindereffizienten Geräten innerhalb einer möglichst kurzen, vereinbarten Frist

2. Strom – Regenerative Erzeugung

- a. Einkauf des Haushaltsstroms bei Anbietern mit regenerativer Stromerzeugung
- b. Beteiligung an Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung
- c. Installation von Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung auf dem eigenen Anwesen (z. B. Photovoltaik).

10.2 Maßnahmen in den Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie

Die Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) und Industrie weisen hohe Effizienzpotenziale sowohl in der Senkung des Raumwärmebedarfs auf als auch insbesondere hinsichtlich der Strom- und Wärmeeffizienz der gewerblichen Prozesse.

10.2.1 Neubau und Sanierung

Für die Gebäude der Sektoren GHD und Industrie gelten analoge Anforderungen wie im Wohnungsbereich. Dazu kommen allerdings die je nach Nutzung komplexeren An-

forderungen hinsichtlich der Prozesswärmenutzung sowie elektrischen Anwendungen. Darüber hinaus haben Beleuchtungsaspekte einen hohen Einfluss auf die Energiebilanz. Folgende Maßnahmen werden vorgeschlagen:

1. Wie im Wohnungsbau ist die Grundvoraussetzung für klimagerechte Sanierung und Neubau die energetisch hochwertige Ausführung der Gebäudehülle (vgl. Kap. 2.5.1-3). Aufgrund der hohen Nutzungsdauer der Außenbauteile von 30 bis über 50 Jahren sollte ein Standard ausgeführt werden, der zukunftsfähig ist bis in das Jahr 2050. Die Ausführung schlechterer energetischer Standards ist unwirtschaftlich, weil ein weiterer Sanierungszyklus bereits nach 15 bis 20 Jahren vor Ablauf der Nutzungsdauer erforderlich sein wird.
2. Lüftungstechnik ist bei fast allen Nutzungen im Bereich GHD und Industrie eine wesentliche Anforderung zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Räume. Auf diesem Weg wird eine angemessene Raumlufthygiene erzielt und zudem bei Einsatz von Wärmerückgewinnung ein Höchstmaß an Energieeinsparung realisiert. (technische Angaben zu den Maßnahmen s. Kap. 2.5.4).
3. Die Auswahl der Gebäudetechniksysteme für Heizung, Warmwasserbereitung und Prozesswärme muss unter den Aspekten Effizienz, Primärenergieaufwand und des Einsatzes erneuerbarer Energien bewertet werden. Dazu sollte bei der Erneuerung der Systeme das Potenzial von KWK-Nutzung ausgeschöpft und die Versorgung im städtebaulichen Umfeld einbezogen werden inkl. Möglichkeiten zur Nutzung von Abwärme z. B. aus der Produktion durch Systembereiche mit niedrigerem Temperaturniveau oder durch benachbarte Nutzer. Grundsätzlich ist es sinnvoll, auf eine Erhöhung der Anschlussquote an das Fernwärmenetz hinzuwirken.
4. Belichtungsoptimierung ist bei Sanierungen und Neubau gleichermaßen intensiv in die Planungen einzubeziehen, um elektrische Beleuchtung auf ein Minimum reduzieren zu können. Best Practice Lösungen für Beleuchtung amortisieren sich bei sinnvollen Konzepten in vergleichsweise kurzer Zeit.
5. Insbesondere bei gewerblichen Anwendungen kann im Bereich der Stromanwendungen bei gezieltem Vorgehen aufgrund der eher kurzen Investitionszyklen kurzfristig ein sehr hohes Einsparpotenzial realisiert werden. (vgl. Kap. 11.2.3)
6. Innerhalb der betrieblichen Strukturen sollte der Einsatz erneuerbarer Energien gezielt unterstützt werden. Das gilt gleichermaßen für die Gebäudetechniksysteme wie für die Stromgewinnung, z. B. durch Photovoltaikkonzepte, bei denen

ein möglichst hoher Eigennutzungsanteil, ggf. in Verbindung mit Speichersystemen für die tägliche Nutzungsamplitude ebenso forciert werden wie regenerativ betriebene KWK-Modelle. (s. Kap. 2.5.9 und Kap. 9)

7. Die Optimierung des gesamten Energie- und Gebäudesystems im Sinn einer optimierten Smart Grid Einbindung führt nicht nur zu Synergien bei der Energieeinsparung, sondern aufgrund von Möglichkeiten des Lastmanagements zu finanziellen Einsparungen.
8. Integrale Planung unter Einbeziehung aller technischen und energetischen Aspekte sowie eine umfassende Nachhaltigkeitsbetrachtung sind Grundvoraussetzung für hochwertige Ergebnisse. Bei Sanierungen ist in jedem Fall ein Gesamtkonzept im Vorfeld der Maßnahmen zu erstellen. Zertifizierungen sind ein wesentlicher Aspekt für Qualitätssicherung und Außendarstellung im Sinn der Corporate Identity.
9. Anwendung und (Fort)-Entwicklung von Branchenenergiekonzepten in den Unternehmen durch Kooperationen mit Handwerkskammer, IHK Nürnberg und Berufsverbänden
10. Erschließen von Energie- und Materialeffizienz in der Produktion.

10.2.2 Niederschwellige Sanierungsmaßnahmen

In gewerblichen Gebäuden können mit hoher Wirtschaftlichkeit in Ergänzung zu grundlegenden Gesamtkonzepten bei Neubau und Sanierung mit niederschwelligen Maßnahmen relevante Einsparpotenziale erschlossen werden. Dazu werden z. B. folgende Verbesserungen vorgeschlagen, die mit gutem Kosten-Nutzen-Verhältnis durchführbar sind:

1. Einführung eines Facility-Management-Systems
2. Durchführung von geförderten KfW-Energieeffizienzberatungen
3. Gebäudehülle:
 - a. Durchführen einer Blower-Door-Messung mit anschließender Abdichtung von Leckagen in der Gebäudehülle, insbesondere von Fenstern oder Türen
 - b. Dämmung der obersten Geschossdecke
 - c. Dämmung der Kellerdecke
 - d. Ggf. Innendämmung in Teilbereichen
4. Heizung / Warmwasserbereitung / Prozesswärme: Erneuerung der Zentrale bzw. des Systems, wenn die nächste bauliche Sanierung erst in 10 bis 20 Jahren durchgeführt wird:

- a. Erneuerung der Anlage zur Wärmebereitstellung mit möglichst effizienten Systemen (z. B. Kraft-Wärme-Kopplung)
- b. Nutzung erneuerbarer Energien
- 5. Maßnahmen zur Verbesserung bestehender Heizsysteme
 - a. Überarbeitung einer bestehenden Anlage zur Erhöhung der Effizienz
 - b. Einbau eines hochwertigen Regelsystems
 - c. Austausch veralteter Heizungspumpen durch energieeffiziente Pumpen
 - d. Dämmung von Rohrleitungen im Verteilsystem
 - e. Einbau von hochwertigen Thermostatventilen
 - f. Ausführen eines hydraulischen Abgleichs
- 6. Nutzerverhalten:
 - a. Zonierung im Winter bzw. Temperaturabsenkung in nicht genutzten Bereichen
 - b. Gezielte Lüftung zur Sicherstellung guter Raumluftqualität bei niedrigen Lüftungswärmeverlust; Verzicht auf Kippstellung der Fenster während der Heizsaison
 - c. Bewusste Temperaturregelung (ohne Verzicht auf Komfort)

10.2.3 Stromnutzung und Erzeugung regenerativen Stroms

Eine Optimierung des Stromverbrauchs ist bei zahlreichen Anwendungen im gewerblichen Bereich mit sehr guter Wirtschaftlichkeit möglich und kann mit guter Wirksamkeit innerhalb des üblichen Beschaffungswesens durchgeführt werden. Neben der direkten Energieeinsparung können auf diesem Weg interne Lasten, z. B. von Bürogebäuden deutlich gesenkt werden, was zu einer Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes führt.

- 1. Strom – Optimieren des Verbrauchs
 - a. Optimierung des Beleuchtungssystems (s. o.)
 - b. Auswahl energieeffizienter Betriebs-, EDV- und Kommunikationsgeräte bei Neu- und Ersatzbeschaffung
 - c. Optimieren des Nutzerverhaltens
 - d. Beschaffungswesen mit ausschließlicher Bestellung hocheffizienter Geräte im Top-Runner-Segment
- 2. Strom – Regenerative Erzeugung
 - a. Einkauf des Betriebsstroms bei Anbietern mit regenerativem Strom
 - b. Beteiligung an Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung
 - c. Installation von Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung auf dem eigenen Anwesen (z. B. Photovoltaik).

Die Stadt Nürnberg hat bereits in der Vergangenheit mit der Studie „Branchenenergieanalyse für die Stadt Nürnberg“ der ENERGIEregion GmbH eine Verbesserung der Energieeffizienz der Unternehmen auf den Weg gebracht. Energieeinsparungen in Industrie und GHD stärken durch geringere Energiekosten nicht nur die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, sondern entlasten auch die Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt Nürnberg. Allerdings sind es meist Informationsdefizite in den Unternehmen bzgl. der Einsparpotenziale und Förderprogramme, die eine intensivere Umsetzung der Beratungen und Effizienzmaßnahmen hemmen.

10.3 Information, Öffentlichkeitsarbeit und Marketing

Information und Öffentlichkeitsarbeit ist Aufgabe eines weiten Informationsnetzes in der Stadt Nürnberg und der Region. Dazu gehören die kommunalen Stellen im Bereich des Bau-, Wirtschafts- und Umweltreferats ebenso wie die N-ERGIE/ImpleaPlus, Agenturen, Institutionen und Verbände sowie zahlreiche Betriebe und Freiberufler. Besondere Aufgabengebiete übernehmen dabei die Energieagentur Nordbayern und die Priorität Nürnberg.

1. Mit Unterstützung dieser Stellen sollte ein weiterer Aufbau und die Pflege von Netzwerken durchgeführt werden. Wichtige Partner dabei sind für den Handwerks- und Industriebereich die HWK bzw. IHK.
2. Auf Beratungsseite muss ein interaktiv wirkendes Netzwerk fortentwickelt werden, deren Mitglieder sich gegenseitig unterstützen. Es beginnt mit Erstberatungen durch Kaminkehrer und Handwerker, bei Bedarf an vertieften Beratungen werden Energieberater bzw. für bauliche Gesamtkonzepte Architekten hinzugezogen.
3. Ein Partnernetzwerk aus Energieberatern, Planern / Architekten, ausführenden (Handwerks)-Firmen und Industrie muss von einer kompetenten Stelle / Energieagentur organisiert und unterstützt werden, um eine möglichst effiziente Wirkung zu erzielen.
4. Informationen können zu den zahlreichen Themenfeldern durchgeführt werden, die u. a. in diesem Gutachten dargestellt werden. Dazu gehört auch die Information über Förderprogramme.
5. Durch eine unabhängige Beratung können die privaten Haushalte für die Effizienzmaßnahmen sensibilisiert werden. Der Einsatz privaten Kapitals schafft eine regionale Wertschöpfung vor Ort.
6. Diverse Informationsveranstaltungen von den Altbautagen über Messen bis hin zu kleinteiligeren Infos für eine große Zahl individueller Zielgruppen sollte innerhalb der

Stadt Nürnberg möglichst zielgerichtet koordiniert und von den bestehenden Institutionen mit integrelem Ansatz durchgeführt werden.

7. Die Funktionen und Möglichkeiten der zahlreichen städtischen Stellen sowie weiterer Institutionen werden im Kapitel 12 dargestellt.

8. Regelmäßige Durchführung von nationalen und internationalen Kongressen.

Marketing wurde bisher im Umwelt- und Effizienzbereich nur sehr zurückhaltend eingesetzt. Angesichts der Relevanz der Zielsetzungen sollte diesbezüglich ein Umdenken einsetzen und angemessene Mittel für gezielte Außendarstellungen und Kampagnen eingesetzt werden.

10.4 Fortbildung, Qualifizierung und Forschung

Klimaschutzmaßnahmen stellen ein Bündel junger wissenschaftlicher Disziplinen mit kontinuierlich fortschreitendem Erkenntnisstand dar. Zwar diffundieren daraus resultierende Anforderungen in den letzten Jahren in zahlreiche Aus- und Fortbildungssysteme, es ist aber bei Weitem keine Gesamtintegration in unser Schul- und Ausbildungswesen gegeben. Das Wissen um die Erfordernisse der kommenden Jahrzehnte ist jedoch die Grundvoraussetzung für deren Umsetzung. Deshalb ist es von besonderer Bedeutung, dass sowohl die Schüler und Studenten als auch die aktuellen Akteure eine zielgerichtete Aus- und Fortbildung erhalten, um möglichst zeitnah hochwertig klimaschützende Lösungen in all den beschriebenen Sektoren durchführen können. In zahlreichen Feldern gibt es diesbezüglich noch starke Defizite, die dazu führen, dass in diesem expandierenden Aufgabenfeld nicht genügend qualifizierte Fachleute aus Planung und Umsetzung bereitstehen.

Daraus resultierende Anforderungen können an dieser Stelle nur stichpunktartig zusammengestellt werden:

1. Klimaschutzbildung in der Schule
 - a. Kurzfristig: Projekttag und Projektunterricht zu den Themenfeldern Klimaschutz, Energieeffizienz und Erneuerbare Energien
 - b. Energiesparaktionen
 - c. Mittelfristig: Erstellen (oder Übernehmen) von Unterrichts- und Fortbildungsmaterialien [e-genius 2012]
 - d. Einarbeiten der Themen als integraler Bestandteil in den Gesamtlehrplan der Schulen inkl. Fortschreibung auf aktuellem Stand
 - e. Beispielprojekte mit Modellcharakter: Hocheffiziente Schulsanierungen mit wahrnehmbarer Darstellung der Maßnahmen für die Schüler bzw. mit Einbeziehung der Schüler
2. Universitäten / Hochschulen

- a. Forcieren von wissenschaftlichen Instituten und Lehrstühlen zu dem Thema (Energiecampus etc.)
 - b. Schnelles Anpassen der Lehrinhalte entsprechend dem Stand der Technik, Fortbildungs-„Pflicht“ für Professoren
 - c. Projektbezogene Studiengänge an konkreten Best-Practice-Beispielen (z. B. Solar Decathlon Europe etc.)
 - d. Gezielter Verbund von wissenschaftlich ausgerichteten Lehrstühlen mit Verwaltung, Industrie und Baupraxis
3. Fortbildung Handwerk
- a. Angebote seitens der HWK und der Innungen in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Nordbayern und anderen Fortbildungsträgern
 - b. Netzwerkbildung von Handwerkern
 - c. Information seitens einer neutralen Stelle über Handwerksbetriebe mit Qualifizierung und Referenzprojekten (Internet, Listen, Beratung)
4. Fortbildung Architekten und Ingenieure
- a. Angebote seitens der Energieagentur Nordbayern, der Architektenkammer und anderen Fortbildungsträgern
 - b. Netzwerkbildung von Architekten und Ingenieuren
 - c. Information seitens einer neutralen Stelle über Planer mit Qualifizierung und Referenzprojekten (Internet, Listen, Beratung)
5. Fortbildung Entscheidungsträger und Verwaltung
6. Industrie und Energieversorger: Zusammenarbeit und gegenseitige Qualifizierung
- a. Austauschplattform zwischen Praxis und Industrie
 - b. Workshops zur Fortentwicklung von Produkten und Systemlösungen
 - c. Forschung zu Systemlösungen für Versorgungs- und Regelnetzwerke
7. Wissenschaftliche interdisziplinäre Forschung mit Praxisbezug
- a. Einrichten einer Forschungs-Antragsstelle zur Unterstützung von Hochschulen, Institutionen und Praktikern im Verbund der gesamten Region bei der Beantragung von Forschungsmitteln
 - b. Plattform für interdisziplinäre Forschung
 - c. Best-Practice-Forschung mit interdisziplinären Teams aus Hochschulen, Instituten und aus der Praxis
 - d. Unterstützungsplattform zur Projektförderung von Modellprojekten
 - e. Einrichten eines Forschungsschwerpunkts „Breitenwirkung“.

10.5 Finanzierung und Förderung

Die Energiewende ist ein technisches und gesellschaftliches Großprojekt, das vergleichbar zur industriellen und digitalen Revolution gesehen werden muss und in seiner Dimension der Aufbauleistung nach dem Zweiten Weltkrieg entspricht. Zugleich fällt der Start mit dem Vertrauensverlust hinsichtlich der Finanzmärkte zusammen, wodurch Anleger weltweit nach Anlagealternativen in der realen Wirtschaft suchen.

Die aktuell hohe Bereitschaft zur Investition in Immobilien muss genutzt werden, um Investments mit Maßnahmen zur Energieeffizienz zu verknüpfen. Darüber hinaus gilt es, Anlagemodelle in Erneuerbare Energien zu generieren, die insbesondere von regionalen Anlegern in regionalen Projekten genutzt werden.

Bei diesen Maßnahmen wird nicht nur ethisch sinnvoll investiert. Darüber hinaus werden Geldmittel in einer ökonomisch schwierigen Situation aktiviert. Die Investments stehen für zukunftsfähige Entwicklungen und schaffen für die Region einen Vorsprung bei Know-How, hinsichtlich krisensicherer Infrastruktur und bilden die Basis für hohe Konkurrenzfähigkeit auf globaler Ebene.

Diese Einleitung ist durchaus nicht überhöht, steht aber sehr bewusst an dieser Stelle, um deutlich zu machen, dass solch eine Generationenaufgabe auch fiskal- und förderpolitisch mit höchster Priorität zu sehen ist.

1. In der Region müssen Impulse und Projektanträge für strukturelle Lösungsansätze und konkrete Projektideen generiert werden, um Fördermittel auf EU-, Bundes- und Landesebene zu erhalten.
2. Als Grundlage für den Erhalt von Förderung müssen eigene Mittel und Strukturen bereitgestellt und ausgebaut werden.
3. Investitionen in die Bereiche Energieeffizienz und Erneuerbare Energien können in einem relevanten Maß durch kommunale Impulse inspiriert werden. Das kann die Bereitstellung von Etatmitteln sein, aber auch durch das Gewinnen von Investoren oder durch die Auflage von Regional-, Industrie- oder Projektfonds erfolgen. Es besteht eine hohe Bereitschaft innerhalb der Bevölkerung, in konkrete Projekte der Energieeffizienz oder der Erneuerbaren Energien zu investieren, wenn die Anlageformen sinnvoll, sicher und mit einer angemessenen Rendite verbunden sind.

An dieser Stelle soll nicht auf die einzelnen Fördermöglichkeiten eingegangen werden. Vielmehr sollen die Überlegungen als Anstoß zur Einleitung einer Finanzierungsoffensive für E⁴ (EnergieEffizienz und Erneuerbare Energien) gelten.

10.6 Maßnahmen im Verkehrssektor

10.6.1 Innerstädtische Mobilität

Der aktuelle Grad der Mobilität hat in Deutschland einen Umfang eingenommen, der besonders in den Kommunen erhebliche Auswirkungen bei den Lärm-, Schadstoff- und CO₂-Emissionen verursacht. Diese entfallen i. d. R. zum Großteil auf den motorisierten Individualverkehr (mIV) durch Pkw und Lkw. Die Stadt Nürnberg verfügt über ein hervorragend ausgebautes ÖPNV-System, das zu einer Begrenzung der verkehrsbedingten Emissionen beiträgt. Nach dem Stromverbrauch ist der Kraftstoffverbrauch des Verkehrssektors der größte CO₂-Emittent unter den Endenergieträgern in der Stadt Nürnberg. Der ÖPNV in Verbindung mit dem Rad- und Fußverkehr bildet im Stadtverkehr eine sehr gute Alternative zum motorisierten Individualverkehr. Allerdings ist deutschlandweit in Zukunft mit einer Ausweitung des Personen- und Güterverkehrs zu rechnen, was sich auch auf die Stadt Nürnberg auswirken könnte. Für die Zukunft wird durch den demografischen Wandel der Gesellschaft eine zunehmende Mobilität prognostiziert. Dies liegt auch darin begründet, dass in den Städten ca. 80 Prozent der Arbeitsplätze liegen. Daneben sind besonders auch Einkaufsmöglichkeiten bestimmter Waren und kulturelle Einrichtungen meist nur in den Städten zu finden. Dies bewirkt Pendlerströme, die zu einer Ausweitung besonders des motorisierten Individualverkehrs führen. Im Bereich des Güterverkehrs ist der Anstieg der letzten Jahre durch die Verlagerung von Arbeitsplätzen und der Produktion in strukturschwache Regionen oder das kostengünstigere Ausland zu erklären.²⁰

Zur Bewältigung der steigenden Verkehrsentwicklung empfiehlt sich ein Mix aus vier Strategien:

- Verkehrsvermeidung von unnötigem Verkehr
- Verkehrsverlagerung
- Nachhaltige und umweltfreundliche Gestaltung des motorisierten Individualverkehrs
- Ausbau des ÖPNV, Fuß- und Radverkehrs

Als Gegenmaßnahmen hat sich in der Stadt Nürnberg das Instrument bewährt, an Park-and-Ride-Parkplätzen den Umstieg vom Pkw auf den ÖPNV frühzeitig durchzuführen. Daneben muss den Nutzern des Umweltverbundes (ÖPNV-Nutzer, Radfahrer, Fußgänger) im Straßenverkehr eine größere Priorität als bisher eingeräumt werden. Die Nutzung von ÖPNV, Car-

²⁰ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.38 ff.

sharing und Mitfahrzentralen kann den Gebrauch des eigenen Pkw zu vielen Bereichen substituieren. Da über die Hälfte aller Wegstrecken innerhalb des Stadtgebietes weniger als fünf Kilometer beträgt, ist der Einsatz des Pkw aus Gründen der Distanz in vielen Fällen nicht zwingend notwendig

10.6.2 Verkehrsvermeidung

„Die Stadt der kurzen Wege“ kann in Zukunft eine intelligente Mischung der einzelnen Nutzungsfunktionen „Wohnen“, „Arbeiten“, „Freizeit“ und „Einkaufen/Versorgung“ innerhalb eines überschaubaren Gebietes bieten und durch eine fußläufige Erreichbarkeit ein Großteil der Autofahrten vermeiden substituiert werden. Die „Stadt der kurzen Wege“ trägt durch die Vermeidung von überflüssigem Verkehr bedeutend zum Klimaschutz bei, insbesondere wenn man auf ein eigenes Auto komplett verzichten kann.²¹

Neben dem Verkehrsaufkommen durch Privatpersonen ist auch der innerstädtische Wirtschaftsverkehr besonders durch den Lieferverkehr in den Morgenstunden charakterisiert. Der wirtschaftliche Lieferverkehr kann dabei in die Zeit des morgendlichen Pendlerverkehrs fallen, der bereits zu einer großen Belastung der Verkehrswege führt. Zur Entlastung bieten sich aus der Praxis mehrere Logistik-Modelle an. Eines dieser Modelle wird bereits in der Stadt Nürnberg unter dem Namen „Optimierte Getränkelogistik“ mit Erfolg praktiziert. Die Stadt Nürnberg hat im Rahmen ihrer Luftreinhalteplanung dieses Projekt auf den Weg gebracht, bei dem die Anlieferung von Getränken an Gaststätten, den Handel und Großabnehmer koordiniert und verbessert werden soll. Die Stadt Nürnberg arbeitet in diesem Projekt mit der IHK Nürnberg für Mittelfranken, sechs großen Getränkelieferanten und der Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg als Koordinator zusammen. Durch eine Verbesserung der Lieferstrecken und ein gemeinsames Auslieferungssystem für den Innenstadtbereich mit peripherer Umladestation am Rande der Innenstadt werden die Lieferstrecken und Lieferzeiten reduziert. Weitere Schritte wie der Einsatz von Elektrofahrzeugen im Lieferdienst oder die Umladung auf einen speziellen Lieferdienst (sog. „Cross-Docking“) sind für eine zusätzliche Verbesserung angedacht. Dieses Projekt zeigt, dass durch die Initiative der Stadt Nürnberg in Kooperation mit Akteuren aus Forschung und Wirtschaft vorbildliche Erfolge erreicht werden können.²²

Ein weiteres Beispiel aus der Stadt Regensburg zeigt, dass auch in diesem Bereich Potenziale des Klimaschutzes umgesetzt werden können. Im Jahr 1998 wurde das „City-

²¹ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.11

²² Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.41-42

Logistik-System Reg-Log“ eingeführt, das unter dem Motto „Weniger Verkehr in der Stadt, mehr Lebensqualität für ihre Bewohner“ eine Bündelung der Güterströme erreicht. Die Lieferfahrten mehrerer überregionaler Speditionsbetriebe, die ihre Stückgutmengen täglich einem Fuhrunternehmen der RegLog®Kooperation City-Logistik zur Auslieferung übergeben, werden so umweltfreundlicher abgewickelt. Damit werden überflüssige und unrentable Auslieferungsfahrten vermieden. Bei der Anlieferung werden zeitgleich Sendungen aus der Innenstadt und das Verpackungsmaterial wieder mitgenommen. Dieses Modell könnte auch auf eine Anwendung in der Stadt Nürnberg untersucht werden, um die nachhaltige Gestaltung im Transportsektor weiterzuentwickeln.²³

Die Felder „Mobilität“ und „Verkehr“ wirken sich stark auf den Klimaschutz aus. Deshalb sollte die Raum- und Verkehrsplanung stärker auf die klimaschutzrelevanten Belange ausgerichtet werden. „Die Stadt der kurzen Wege“ kann durch eine Mischung der unterschiedlichen Nutzungsfunktionen „Arbeiten“, „Wohnen“, „Versorgung“ und „Kultur“ Verkehrsbelastungen vermeiden. Auf der Grundlage interkommunaler Kooperationen unter Einbeziehung von Kommunen und Wirtschaft können regionale Verkehrsentwicklungskonzepte mit der notwendigen Planungskoordination entwickelt werden. Damit kann der Flächenverbrauch für neue Siedlungs- und Verkehrszwecke in einer Region reduziert werden. Die Aktualität dieser Thematik erweist sich im neuen „Aktionsplan städtische Mobilität“ der EU-Kommission aus dem Juni des Jahres 2010. Der Rat der EU-Verkehrsminister hat mit diesem Aktionsplan ein Maßnahmenpaket von 20 Aktionen erstellt.²⁴

10.6.3 Verkehrsverlagerung

Neben dem vermeidbaren Verkehr existiert die Komponente des notwendigen Verkehrs, die lediglich durch Verlagerung auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel nachhaltiger gestaltet werden kann. Dazu gäbe es folgende Maßnahmen:

- Parkraummanagement mit bedarfsgerechter Parkraumbewirtschaftung der Stellplätze
- Einrichtung von Umweltzonen mit Einfahrverboten für schadstoffreiche Fahrzeugklassen
- Einführung von Straßenbenutzungsgebühren
- Mobilitätsmanagement mit intelligenter Steuerung des Verkehrsablaufs

Die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren ist in der Praxis jedoch derzeit nicht praktikabel, da eine weitere Kostenbelastung der Bürger vermieden werden soll. Das Mobili-

²³ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.40

²⁴ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.41

tätsmanagement kann durch die Lenkung des Verkehrs auf andere Fahrtrouten oder Verkehrsmittel die Verkehrssituation temporär entschärfen. Der Verkehr kann dadurch flüssiger gehalten werden. Durch die Bevorrechtigung des ÖPNV mit Vorrangspuren für Busse bzw. Ampelschaltung kann der ÖPNV-Verkehr zeitliche Vorteile gegenüber dem Pkw erhalten.²⁵

10.6.4 Nachhaltige Gestaltung des Verkehrs

Der motorisierte Verkehr basiert heute zum Großteil auf Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, die die fossilen Kraftstoffe Benzin und Diesel verbrauchen. Die nachhaltige Mobilität der Zukunft soll durch Elektromobilität mit reinen Elektrofahrzeugen oder Fahrzeugen mit Hybrid-Technologie, die einen Verbrennungsmotor und Elektromotor besitzen, geprägt sein. Im Bereich der schienenengebundenen Fahrzeuge ist die Elektromobilität seit Jahrzehnten Stand der Technik, was auch die Nürnberger Straßenbahnen und die U-Bahn beweisen. Auch die Verwendung von Biokraftstoffen kann den Einsatz der fossilen Kraftstoffe reduzieren. Auf Bundesebene wurden der „Nationale Entwicklungsplan E-Mobilität“ und die „Nationale Plattform E-Mobilität“ eingerichtet. Die Verbreitung von Elektrofahrzeugen im Vergleich zur Anzahl von Kraftfahrzeugen mit konventioneller Technik ist derzeit noch verschwindend gering. Die Ziele der Bundesregierung von einer Million Elektrofahrzeugen auf Deutschen Straßen bis zum Jahr 2020 bzw. fünf Millionen Elektrofahrzeugen bis zum Jahr 2030 erscheinen überaus ambitioniert. Aktuell sind derzeit in Deutschland lediglich 1.642 Elektro-Pkw zugelassen. Der Übergang von Forschung hin zur großflächigen praktischen Anwendung steht damit noch bevor.

Die Elektromobilität wird dem Nachhaltigkeitsgedanken allerdings nur gerecht, wenn der benötigte elektrische Strom zum Aufladen der Batterien vollständig aus Erneuerbaren Energien gewonnen wird. Durch die Verwendung von Elektrofahrzeugen im Car-Sharing oder in Public-Car-Services können die Umweltvorteile durch die höhere Auslastung der E-Fahrzeuge „multipliziert“ werden. Da viele kommunale Energieversorger neben dem Vertrieb von elektrischem Strom und dem Netzbetrieb auch Nahverkehrsdienstleistungen anbieten, stellt die Elektromobilität mit der benötigten Ladeinfrastruktur ein interessantes Geschäftsfeld der Zukunft dar. Die kommunalen Energieversorger können sich damit als Energie- und Mobilitätsdienstleister positionieren.²⁶

²⁵ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.41

²⁶ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.43

10.6.5 Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrssektor

Ein hoher Anteil des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen erfolgt im Verkehrssektor durch den motorisierten Individualverkehr (mIV) der Pkw und Lkw. Verbesserungen lassen sich durch die Verwendung verbrauchs- und schadstoffarmer Fahrzeuge und den zunehmenden Einsatz von Elektrofahrzeugen erreichen. Für das Erreichen dieser Ziele sind einerseits Anforderungen von Bund und EU in Verbindung mit den Herstellern der Automobilbranche inkl. der dazugehörigen Grundlagenforschung zuständig. Kommunen können diesen Prozess jedoch durch zahlreiche Maßnahmen unterstützen und neue Formen der Nachfrage stimulieren:

- Weiterentwicklung des Modal Splits und des Verkehrsverhaltens in Nürnberg in Richtung öffentlicher Verkehrssysteme mit hoher Energieeffizienz und zunehmend hohem Komfort
- Marketing für neue Verkehrskonzepte mit Alternativsetzungen zu den langjährigen Wertevorstellungen bezüglich des eigenen PKW
- Entwickeln und Unterstützen von Carpool-Modellen bzw. Car-Sharing in Verbindung mit vorhandenen Anbietern
- Schaffen von Anreizen in unterschiedlichen städtebaulichen Situationen zum Umstieg auf (halb)-öffentliche Verkehrssysteme, z. B. durch Schaffen von Carsharing-Gemeinschaften in Wohngebieten oder Nachbarschaften; dazu können Anstöße auf unterschiedlichen Ebenen gegeben werden, z. B. durch Vorbereitung von Abwicklungsmodellen, Logistik und Unterstützung bei der Bewerbung und Umsetzung
- Anstoßen neuer Verkehrsmodelle im Individualverkehr bei innerstädtischen Bebauungsgebieten mit Begünstigung von Bewohnern, die auf ein eigenes Fahrzeug verzichten.

Die Entwicklung wird in den nächsten Jahren davon geprägt sein müssen, dass (teil)-öffentliche Verkehrskonzepte einen zunehmend höheren Komfort bieten werden. Dadurch wird eine Individualisierung des Verkehrs stattfinden, der zunehmend weniger auf den Privat-PKW angewiesen ist. Mit heute schon verfügbaren Smartphone-Techniken kann innerhalb von Sekunden vom Verbraucher nachgefragt werden, welche Verbindungen von Punkt A nach B möglich sind inklusive Konditionen und Zeiten. Auf einen Blick können die Verbindungsangebote angezeigt werden mit Vergleich zwischen Nutzung von Privat-PKW, Taxi, Carsharing-PKW oder E-Bike, ÖPNV, Fahrrad oder fußläufiger Verbindung. Das Angebot wird dabei natürlich komplett von Tür zu Tür inkl. Parkplatzsuche und Parkierungskosten dargestellt.

Besonders für den innerstädtischen Verkehr wird dadurch der ÖPNV Vorteile erzielen. Zugleich können neue öffentliche Angebote konfiguriert werden, welche die Attraktivität und Individualität des öffentlichen Personennahverkehrs erhöhen. Bei Vernetzung von Anfrage und Angebot sind individuelle Busführungen mit kleineren Bussen ebenso möglich wie Taxi-Modelle mit einer neuen Form von Sammeltaxis.

Die Stadt Nürnberg verfügt bereits heute über ein sehr gut ausgebautes Streckennetz und eine hochwertige Angebotsstruktur im ÖPNV, die es mit diesen Aspekten zu erweitern gilt. Durch das Entwickeln entsprechend innovativer Angebote kann die Motivation dafür geschaffen werden, dass zunehmend Bürger Gefallen daran finden, nicht mehr die Belastung eines eigenen PKW's zu haben. Sondern man kann es als Qualität begreifen, aus einer großen Auswahl unterschiedlicher Optionen bei den Verkehrsmitteln in jeder Situation individuell wählen zu können. Dazu gehört es auch, dass die finanziellen und ökologischen Vorteile kommuniziert werden. Durch entsprechende Anreize (z.B. eine angepasste individuelle Tarifgestaltung auf vielen Ebenen) könnte zudem das höhere Fahrgast- und Verkehrsaufkommen in die Randzeiten mit bislang geringerem Fahrgastaufkommen verlagert werden, um eine gleichmäßigere Verkehrsauslastung zu erreichen. In diesem Zusammenhang muss es langfristig kein Tabu sein, Nutzungsgebühren für den Individualverkehr zur Regelung von Verkehrsdichten in solch ein Gesamtsystem mit einzubeziehen.

10.7 Regionalplanung, Standortkonzepte und Kooperationen

Den Regionalen Planungsverbänden kommt im Klimaschutz eine übergeordnete Bedeutung zu, da sie zur Koordinierung der energie- und klimaschutzrelevanten Maßnahmen beitragen. Als Beispiel einer Kooperation sei hier die Klimaallianz zwischen der Stadt Bamberg und dem Landkreis Bamberg aufgeführt. Dies zeigt die Vorteile einer Zusammenarbeit von Stadt und umgebenem Landkreis. Die Kooperation soll zu einer Deckung des gesamten Endenergiebedarfs zu 100 Prozent aus Erneuerbaren Energien bis zu Jahr 2035 führen. Das Ziel einer Energieautarkie führte bereits zur Gründung einer gemeinsamen Energieagentur, deren Aufbau durch die Energieagentur Nordbayern GmbH beratend begleitet wird.²⁷ Neben den Aktivitäten und Kooperationen einzelner Gebietskörperschaften in der Europäischen Metropolregion Nürnberg (EMN) existiert der umfassende Lenkungsreis „Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung“ der EMN. Er besteht aus folgenden vier Fachkreisen, die sich den relevanten Themengebieten widmen und eine Bündelung der gemeinsamen Aktivitäten in der EMN anstreben:

²⁷ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.6

- Energieeffizienz in Industrie & Gewerbe
- Energieeffizientes Bauen
- Energieeinsparung in privaten Haushalten
- Einsatz Erneuerbarer Energien und innovativer Energieversorgungssysteme

Die Europäische Metropolregion Nürnberg hat bereits am 13.01.2012 das Ziel „Gemeinsame klima- und energiepolitische Zielsetzungen – Klimapakt der Europäischen Metropolregion Nürnberg“ beschlossen. Die Europäische Metropolregion Nürnberg vereinbart gemeinsame klima- und energiepolitische Ziele im Rahmen eines Klimapakts. Dieser zielt darauf ab, die CO₂-Emissionen in Etappen zu senken, und zwar gegenüber dem Basisjahr 1990 um 20 % bis 2020, um 40 % bis 2030 und schließlich um 80 % bis 2050. Dieser Klimapakt basiert auf einer engen Kooperation zwischen den städtischen Ballungsgebieten und den umliegenden Landkreisen und Gemeinden, da sich die genannten Ziele nur gemeinsam erreichen lassen.²⁸

10.8 Klimafreundliche Siedlungsentwicklung

In der Flächennutzungs- und Landschaftsplanung werden bereits wichtige Vorgaben getroffen, die sich auf die Energienutzung und den Klimaschutz auswirken. Unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit ist dabei der Innenentwicklung gegenüber der Außenbeplanung Vorrang zu gewähren. Das Anbindegebot soll dabei berücksichtigt werden. Durch die sinnvolle Planung mit dem Instrument der Nachverdichtung können wertvolle Flächen für die Zukunft bewahrt bleiben. Zudem kann bei der Innenentwicklung die bestehende Infrastruktur an Straßen und Energienetzen einbezogen werden. Die Forderung der Kommunen gegenüber dem Freistaat Bayern liegt damit in einer Unterstützung der Kommunen durch das Landesentwicklungsprogramm, um eine klimafreundliche Entwicklung auf kommunaler Ebene zu begünstigen. Folgende Instrumente haben sich dabei in Klimaschutzpolitischer Sicht bereits bewährt:²⁹

²⁸ Vgl. Positionspapier „Gemeinsame klima- und energiepolitische Zielsetzungen - Klimapakt der Europäischen Metropolregion Nürnberg“, Europäische Metropolregion Nürnberg, Nürnberg, 01/2012

²⁹ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.7

11 Bisherige Maßnahmen zum Klimaschutz der Stadtverwaltung und in den Beteiligungsunternehmen der Stadt Nürnberg

(Dieses Kapitel wurde von der Energieagentur Nordbayern GmbH verfasst.)

11.1 Umweltreferat der Stadt Nürnberg

Das Umweltreferat als Auftraggeber der Studie „Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050“ hat bereits zahlreiche Aktivitäten im Bereich des Klimaschutzes umgesetzt. Neben den schon erwähnten Studien sind folgende Analysen, Studien und Aktivitäten besonders erwähnenswert sind:

- Erstellung eines nachhaltigen Energie-Aktionsplans (Sustainable Energy Action Plan SEAP) durch die Mitgliedschaft im Konvent der Bürgermeister (Covenant of Mayors)
- Teilnahme am Wettbewerb „European Green Capital“ der Europäischen Union zur „Europäischen Umwelthauptstadt“ der Jahre 2012 und 2013
- Teilnahme am Wettbewerb „Bundeshauptstadt im Klimaschutz 2010“ der Deutschen Umwelthilfe e.V.

Das Umweltreferat ist in der Stadt Nürnberg zuständig für die Themen Umwelt und Gesundheit und Koordinationstelle für den Klimaschutz. Zum Umweltreferat gehören das Umweltamt, das Gesundheitsamt³⁰, der Eigenbetrieb „Abfallwirtschaftsbetrieb Stadt Nürnberg (ASN)“ und der Eigenbetrieb „Stadtentwässerung und Umweltanalytik (SUN)“.

11.1.1 Umweltamt der Stadt Nürnberg

Das Umweltamt befasst sich in erster Linie mit den Themen Umweltvorsorge, Landschaftsplanung und die Abfallentsorgung. Der Schutz von Tieren, Gewässern und Bäumen und der Klima- und Immissionsschutz gehören auch zu den Aufgaben des Umweltamtes.

Denn ein angenehmes und gesundes Stadtklima bestimmt entscheidend die Lebensqualität in einer Kommune. Städtische Grünflächen bilden Frischluft- und Kaltluftentstehungsgebiete, die als CO₂-Senken und „Grüne Puffer“ fungieren. Im Rahmen des Modellvorhabens „Urbane Strategien zum Klimawandel – kommunale Strategien und Potenziale“ wurde das Nürnberger Projekt „Die Nürnberger Anpassungsstrategie an den Klimawandel – am Beispiel von innerstädtischen Gebieten“ durchgeführt. Die Stadt Nürnberg hat frühzeitig die Zeichen der Zeit erkannt und mit diesem Forschungsprojekt unter der speziellen Bezeichnung „Sommer in der

³⁰ Das Gesundheitsamt befasst sich mit den Themen zum Schutz und der Erhaltung der menschlichen Gesundheit in Nürnberg. Da eine besondere Verknüpfung mit dem Thema Klimaschutz hier nicht so ausgeprägt ist wie in den anderen Bereichen des Umweltreferates wird auf eine detailliertere Darstellung des Gesundheitsamtes verzichtet.

Stadt – dem Klimawandel sinnvoll begegnen“ sich bereits intensiv mit dem Thema der klimatischen Verhältnisse in ihrem Stadtgebiet auseinandergesetzt. Am Beispiel der Alt- und Weststadt werden die Auswirkungen von Stadtgebieten mit einem hohen Verdichtungs- und Versiegelungsgrad untersucht. In Kooperation mit dem Deutschen Wetterdienst erfolgt eine Aufzeichnung mikroklimatischer Daten, aus denen die Konsequenzen für die Gesundheit der Menschen und der Umwelt ermittelt werden. Durch den Klimawandel ist zukünftig in der Stadt Nürnberg mit lang anhaltenden Hitzeperioden zu rechnen, die eine verstärkte Trockenheit mit sich bringen. Das Projekt liefert einen Maßnahmenkatalog, der in den aktuell laufenden Stadtentwicklungsprozess und in die Stadtsanierung integriert wird. Die Sicherung von Belüftungsschneisen, Schatten gebenden Strukturen oder das Projekt „Nürnberg ans Wasser“ sollen die stadtklimatische Situation zusätzlich verbessern.³¹

Neben dem Klimaschutz wird es parallel erforderlich sein, sich möglichst gut an den bevorstehenden Klimawandel anzupassen. Im Bereich der Klimaanpassung existieren deshalb unterschiedliche kommunale Anpassungsstrategien mit folgenden Prämissen:³²

- Geringere Anfälligkeit von Mensch und Umwelt gegenüber den Folgen des Klimawandels
- Gewährleistung des Hochwasserschutzes
- Sicherung der Wasservorräte
- Umbau der Kommunalwälder zu robusten Mischwäldern
- Anpassung der städtischen Infrastruktur an Extremwetterereignisse im Bereich der Energie-, Wasserversorgungs- und Entsorgungsnetze
- Einrichtung von Frischluftschneisen für ein verträgliches Stadtklima
- Katastrophenmanagement zur Vorsorge und den Ernstfall

Eine weitere Aufgabe des Umweltamtes besteht seit dem Jahr 2010 in der Prüfung aller technischen Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BimSchG) auf ihre Energieeffizienz, um den Industrie- und Gewerbeunternehmen Ansatzpunkte für Energieeinsparungen zu geben.

³¹ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S. 9

³² Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.1

11.1.2 Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg SUN – Stadt Nürnberg

Der im Jahre 2006 gegründete Eigenbetrieb SUN besitzt die beiden Fachbereiche Stadtentwässerung und Umweltanalytik. Die Stadtentwässerung befasst sich mit der Ableitung des Abwassers in der Stadt Nürnberg und betreibt Abwasserreinigung in den beiden Großkläranlagen. Dies führt zu einer guten Wasserqualität in den Flüssen der Stadt Nürnberg. Der Bereich Umweltanalytik führt Messungen von Wasser, Abwasser, Boden, Luft und Abfall durch. Es werden aber auch technische Produkte analysiert. Die Beratung zu Umweltgüte und Schadstoffbelastung und die Erstellung von Gutachten gehören auch zu den Aufgaben der Umweltanalytik.

Zu den geplanten Aktivitäten im Bereich der Stadtentwässerung ist die Klärschlammverwertung zu nennen, die sich auch auf den Klimaschutz auswirkt. Das sog. Verfahren des metallurgischen Phosphorrecycling (Mephrec) ermöglicht es aus dem Klärschlamm Energie, Dünger und Eisen zu gewinnen.

Die Kommunen Erlangen, Fürth, Nürnberg und Schwabach haben im Rahmen ihrer Städtepartnerschaft beschlossen, das Konzept der Abfallvermeidung und -verwertung am Standort Kläranlage Nürnberg konsequent anzugehen. Die strategische Entwicklung der regionalen Verwertung von Klärschlamm mit integrierter energetischer und stofflicher Nutzung des Abwassers als Rohstoff, sowie die Rückführung des enthaltenen Phosphors und der Metalle in den Nahrungs- und Wirtschaftskreislauf, ist nach vorliegenden Erkenntnissen der aussichtsreichste Kompromiss zwischen Ökonomie und Ökologie.

Die Klärschlammverwertung mit der Mephrec-Technologie erfolgt durch Schmelzvergasung in einem Kuppelofen. Es entstehen gleichzeitig in einem Verfahrensschritt

- ein energiereiches Synthesegas,
- eine schadstoffarme Phosphor-Schlacke und
- eine schwermetallhaltige Eisenmetalllegierung.

Der Klärschlamm wird nahezu restlos am Standort Klärwerk 1 mit positiver CO₂- und Ökobilanz verwertet. Ein Transport des Klärschlammes ist nicht mehr erforderlich. Weniger als 5 Gewichts-Prozent des Inputs müssen als Abfall entsorgt werden. Dies reduziert die CO₂-Emissionen des Transports deutlich.

Bei der Schmelzvergasung entsteht ein nahezu schadstofffreies Phosphor-Granulat, das als Düngemittel verwendet werden kann. Es enthält daneben auch Calcium, Magnesium und Kalium als Bodenverbesserer.

Die Schwermetalle werden entweder in einer schwermetallhaltigen Eisen-Metall-Legierung gebunden oder – zusammen mit anderen flüchtigen Schadstoffen – im Filterstaub der Gas-

reinigungsanlage abgeschieden. Alle organischen Schadstoffe im Klärschlamm werden durch den Prozess der Schmelzvergasung eliminiert.

Das aus dem Klärschlamm entstehende Synthesegas wird mittels Kraft-Wärme-Kopplung zur Deckung des Energiebedarfs der Kläranlage genutzt (Strom und Wärme). Die Klärschlammverwertungsanlage soll energetisch optimal in das Klärwerk eingebunden werden. Ziel ist die Ausnutzung aller im Verwertungsprozess erzeugten Energieströme. Die Ressource Klärschlamm soll den Energiebedarf des Klärwerks soweit als möglich decken.

Rund 35 % des Energiegehaltes im Klärschlamm werden für die Verwertung genutzt und rund 65 % dem Klärwerk im Strom- und Wärmenetz zur Verfügung gestellt. Diese mit positiver CO₂-Bilanz erzeugte Energie entspricht dem Jahresstrombedarf von rund 4.800 Haushalten und dem Jahresheizenergiebedarf von rund 2.000 Haushalten.

Mit der Verwertung des Klärgases aus der Schlammfäulung konnte im Jahr 2011 bereits 63,4 % des Strombedarfs des Klärwerks 1, 58,4 % des Klärwerk 1 mit Laborgebäude bzw. 46,1 % des Gesamtstrombedarfs der Klärwerke und der Umweltanalytik insgesamt erzeugt werden. In der Prognose des Gesamtwärmebedarfs und des Wärmebedarfs für das Jahr 2014 kann nach Umsetzung des Projektes „Ertüchtigung der Schlammfäulung“ der Wärmebedarf des Klärwerk 1 inkl. Laborgebäude bis auf kalte Wintertage komplett gedeckt werden. Die Prognose für das Jahr 2017 mit Umsetzung der Klärschlammverwertung wird die Stromautonomie zu 95 % erreicht. Da das Klärwerk einen großen Strom- und Wärmeverbrauch besitzt, ist die dezentrale Eigenerzeugung von Energie unter Nutzung der Reststoffe aus der Abwasserreinigung ein wichtiger Beitrag zur langfristigen kommunalen Klimaschutzstrategie der Stadt Nürnberg.

Bei der Verwertung des Klärschlammes am Entstehungsort bzw. in der Region werden im Vergleich zur aktuellen Entsorgung die Transporte zu einer Mit- bzw. Monoverbrennungsanlage vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert. Dies verringert den Verbrauch von fossilen Brennstoffen sowie die daraus resultierenden Umweltbelastungen. Werden die Klärschlammverwertungsmengen der Städtepartner Erlangen, Fürth und Schwabach mit Stand von 2009 angesetzt, können 1,1 Mio. Transportkilometer (einfache Strecke) und ca. 2.050 t CO₂-Emissionen pro Jahr vermieden werden. Bezogen auf die Klärschlammmenge der Stadt Nürnberg, beträgt die CO₂-Einsparung für den entfallenden Transport ca. 1.300 t CO₂.

Die energetische Klärschlammverwertung auf der Kläranlage trägt zur Deckung des Energieeigenbedarfs bei. Die „intelligente“, netzunabhängige Bereitstellung der Energie und die Verarbeitung des Schlammes Vor-Ort bedeutet mehr Marktunabhängigkeit und Preisstabilität und entlastet den Verkehr und die Energienetze durch Vermeidung von Ferntransporten und reduzierte Vorhaltung von Netzkapazitäten. Das bedeutet einen wichtigen Beitrag zu Stabilität

und Klimaschutz. Abwasser wird als maßgebliche Phosphorquelle für die Landwirtschaft verfügbar gemacht und als unbedenkliches Düngemittel in den natürlichen Stoffhaushalt zurückgeführt. Die Gesamtökobilanz der Abwasserbehandlung verbessert sich durch das Verfahren deutlich.

Die kommunale Abwasserentsorgung besitzt bayernweit auch einen wichtigen Beitrag im Umweltschutz. Die ca. 10.000 kommunalen Kläranlagen in Bayern verursachen ca. 20 Prozent des gesamten kommunalen Stromverbrauchs, da die Abwasserreinigung einen hohen Energieeinsatz erfordert. In der Stadt Nürnberg findet eine Nutzung des gewonnenen Klärgases in BHKW der kommunalen Kläranlage statt. Auch eine Wärmerückgewinnung aus Abwasser, wie es ein Projekt aus dem Technischen Rathaus der Nachbarstadt Fürth zeigt, stellt ein mögliches Effizienzpotenzial dar.³³ Besonders die gewerblichen und industriellen Unternehmen, die große Mengen an Abwasser verursachen, haben in der Vergangenheit das Effizienzpotenzial zur Abwasserreduzierung bereits aus Kostengründen i. d. R. schon ausgeschöpft. Der Wasserverbrauch der privaten Haushalte ist hingegen dadurch charakterisiert, dass die neuen verwendeten Geräte wie Waschmaschinen oder Geschirrspüler effizienter im Energie- und Wasserverbrauch sind als die früheren Geräte.

11.1.3 Abfallwirtschaftsbetrieb Stadt Nürnberg (ASN)

Der Abfallwirtschaftsbetrieb (ASN) Stadt Nürnberg wurden im Jahr 1999 als Eigenbetrieb gegründet und gewährleistet die kommunale Abfallwirtschaft in der Stadt Nürnberg. Die Abfuhr von Rest-, Bio- und Sperrmüll ist ebenso ein Thema wie die nachhaltige Abfallvermeidung. Der Betrieb der Müllverbrennungsanlage und der Deponie liegen im Verantwortungsbereich des ASN. Die kommunale Abfallwirtschaft in Nürnberg ist durch die wöchentlichen Entleerungen der Haushaltsrestmüll- und Biomüllbehälter gut organisiert. Daneben gibt es die Entsorgung der gewerblichen Abfallstoffe. Sechs Wertstoffhöfe für recycling-fähige Stoffe und sieben Sammelstellen für Gartenabfälle ergänzen das Entsorgungsangebot. Das „Schadstoffmobil“ für Problemabfälle, das jede Woche in einem anderen Wertstoffhof steht, sorgt dafür, dass auch sehr umweltschädliche Stoffe fachgerecht entsorgt werden können. Die kommunale Abfallwirtschaft in der Stadt Nürnberg wurde im Wettbewerb der Europäischen Union zur „European Green Capital 2012-2013“ im internationalen Vergleich sehr gut eingeschätzt.

Müllverbrennungsanlage Nürnberg (MVA)

In der Müllverbrennungsanlage Nürnberg (MVA) werden nicht nur Abfallmengen aus der Stadt Nürnberg, sondern auch aus den Städten Fürth und Schwabach sowie den Landkreisen

³³ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.23

Nürnberger Land und Fürth energetisch verwertet. Der Hauptanteil des Abfalls stammt mit ca. 70 % direkt aus der Stadt Nürnberg. In der MVA werden somit Abfälle in Höhe von ca. 230.000 Tonnen jährlich aus dem Einzugsbereich von ca. 850.000 bis 900.000 Einwohnern verwertet. Der Heizwert des Abfalls entspricht durch seinen biogenen brennbaren Anteil in etwa dem Heizwert von Braunkohle (10.500 kJ/kg). Die MVA liefert an das benachbarte Heizkraftwerk der N-ERGIE Aktiengesellschaft Mülldampf in Höhe von ca. 515.000 MWh pro Jahr (Stand 2007). Durch die aktuellen Prognosen kann davon ausgegangen werden, dass in den nächsten Jahren sowohl die Abfallmengen, als auch die Mülldampfmengen sich in den derzeitigen Größenordnungen bewegen werden. Die MVA wird als Verwertungsanlage bereits als hocheffizient bewertet (sog. „R2-Formel“). Die hocheffiziente Dampferzeugung und die Nutzung des Mülldampfes sowohl zur Stromerzeugung als auch zur Fernwärmeerzeugung führen zu einer positiven Bewertung der Müllverwertung in Nürnberg. Die Anlage profitiert dabei von ihrer innerstädtischen Lage, da das Heizkraftwerk Sandreuth und viele Fernwärmeabnehmer in geringer Entfernung liegen.

11.1.4 Aktivitäten auf EU Ebene

Die Stadt Nürnberg ist in vielen Arbeitsgruppen und Projekten auf EU Ebene aktiv. Dies betrifft Netzwerkaktivitäten und Kooperationen mit anderen Städten, aber auch Aktivitäten auf Projektebene.

Als Netzwerkaktivitäten sind dabei vor allem die Unterzeichnung des Covenant of Mayors und der Green Digital Charter zu nennen. In beiden Bereichen geht es um den Austausch von Städten innerhalb Europas im Bereich Klimaschutz, verbunden mit Selbstverpflichtungen und einem harmonisierten Berichtswesen. Während der Covenant of Mayors mit mehreren Tausend Gebietskörperschaften über ganz Europa verteilt allgemeine Ziele im Bereich Klimaschutz definiert und deren Umsetzung überprüft, steht mit der Unterzeichnung der Green Digital Charter der spezielle Bereich der Green IT im Fokus. Mithilfe der „grünen Informationstechnologie“ sollen vor allem Energieeffizienzaktivitäten der Städte verstärkt werden. Auch hier haben sich die aktuell 28 Städte verbindliche Ziele gesetzt, den Klimaschutz in ihren jeweiligen Städten zu verbessern. Dabei nutzen sie ein spezielles Netzwerk, um ihre Aktivitäten besser zu koordinieren. Dieses Netzwerk NiCE (Networking intelligent Cities for Energy efficiency) bietet den beteiligten Städten der Green Digital Charter unter anderem die Möglichkeit, Projektideen auszutauschen und gemeinsam auf EU-Ebene aktiv zu werden. Auf der Ebene von konkreten EU-Projekten ist die Stadt Nürnberg vor allem im 7.Forschungsrahmenprogramm im Bereich „Smart Cities“ aktiv.

So wurde im Jahr 2011 im Call 2012 zusammen mit mehreren internationalen Partnern ein Projekt mit der Bezeichnung „STEP UP!“ erfolgreich platziert. Derzeit laufen noch die letzten Verhandlungen mit der Europäischen Union. Projektstart ist für Herbst 2012 geplant. In STEP

UP! geht es um eine strategische nachhaltige Planung und Überprüfung der Stadtplanung. Dabei soll ein strategisches Werkzeug für die integrierte Planung des Energieprofils einer Stadt unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Aspekte, der wichtigsten Akteure und Sektoren in der Stadtplanung entwickelt werden.

Ein weiterer Antrag im Bereich Smart Cities für den Call 2013 wird derzeit gemeinsam mit mehreren regionalen Akteuren vorbereitet. Dabei geht es um innovative integrierte Netze und die Verknüpfung von drei Bereichen: Sanierungen in Richtung Nullenergiegebäuden, intelligente Verteilernetze und neuartige Nutzung von bestehenden Fernwärme bzw. Kältenetzen, wobei eine Einbeziehung der Industrie eine bedeutende Rolle spielt. Die förderfähigen Kosten je Projektantrag können bis zu 30 Mio. € umfassen, wobei die Förderquote in Abhängigkeit vom Innovationsansatz des Projektes vergeben wird.

11.2 Baureferat

11.2.1 Stadtplanungsamt

Die Stadtplanung in der Stadt Nürnberg hat das Ziel einer nachhaltigen städtebaulichen Entwicklung in der Stadt und ihren einzelnen Stadtteilen. Soziale, wirtschaftliche und ökologische Parameter werden dabei gleichmäßig aufeinander abgestimmt.³⁴ Die Einbeziehung energie-relevanter Aspekte in die Planung nimmt dabei eine immer stärkere Rolle ein, da das Thema „Energie“ aktuell eng mit ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten verknüpft ist. Daneben wird aber auch die baukulturelle Gestaltung des Orts- und Landschaftsbildes berücksichtigt. Dabei wird immer deutlicher, dass es sich bei städtischem Grund und Boden um eine wertvolle Ressource handelt, die es bestmöglich und nachhaltig zu nutzen gilt. Das Stadtplanungsamt nutzt im Rahmen seiner Aufgaben u. a. die Planungsinstrumente Flächennutzungsplan, Bebauungsplan und informelle Pläne.

Da bei der Flächenplanung der Grundsatz „Innenentwicklung vor Außenentwicklung“ verfolgt wird, werden in Nürnberg die positiven Effekte eines geringeren Flächenverbrauchs und einer praktikablen Mobilität deutlich. Vorgegebene Energiestandards für Bebauungspläne sollen eine stärkere Berücksichtigung der Energieeffizienz bei der Erschließung der Baugebiete gewährleisten. Pilotcharakter haben in diesem Zusammenhang die Bebauungspläne Nr. 4534 „Insterburger Straße“ (in Kraft seit 21.09.2011) und Nr. 4346 „Kornburg-Nord“ (im Verfahren).

Durch eine sinnvolle Planung mit dem Instrument der Nachverdichtung können wertvolle Flächen für die Zukunft bewahrt bleiben. Zudem kann bei der Innenentwicklung die bestehende Infrastruktur an Straßen und Energienetzen einbezogen werden. Die Forderung der

³⁴ Vgl. http://www.nuernberg.de/internet/stadtplanung/stadt_planen.html

Kommunen gegenüber dem Freistaat Bayern liegt damit in einer Unterstützung der Kommunen durch das Landesentwicklungsprogramm, um eine klimafreundliche Entwicklung auf kommunaler Ebene zu begünstigen. Folgende Instrumente haben sich dabei in Klimaschutzpolitischer Sicht bereits bewährt.³⁵

- Baulückenaktivierung
- Konversion
- Brachflächenrecycling
- Nachverdichtung
- Einrichtung eines Baulücken- und Brachflächenkatasters zur Erfassung der Entwicklungspotenziale

11.2.2 Hochbauamt

Das Kommunale Energiemanagement (KEM) der Stadt Nürnberg sucht durch seine herausragenden Erfolge bei der Energieeinsparung deutschlandweit seines gleichen. Die aktuellen und zukünftigen Aufgaben liegen in der Abarbeitung des Sanierungsstaus bei den kommunalen Gebäuden und der Umsetzung des Passivhausstandards bei Neubauten. Im Jahr 2011 sollen 15 Kindertagesstätten und eine Dreifach-Turnhalle modernisiert werden. Daneben geht das KEM auf ein energiesparendes Verhalten der Gebäudenutzer ein, da es auf 10 bis 20 Prozent des Energieverbrauchs unmittelbaren Einfluss hat. Die ausführlichen Energieberichte des kommunalen Energiemanagements haben in den letzten Jahren einen detaillierten Einblick in die Aufgaben und Erfolge des KEM gegeben. Diese informative Berichterstattung soll auch in Zukunft weitergeführt werden.

11.2.3 Verkehrsplanungsamt

Im Bereich der Verkehrsplanung besteht ein energierelevantes Ziel darin, den Modal Split auf ein Verhältnis von 50:50 anzuheben. Dies wurde bereits im Leitbild Verkehr 1991 beschlossen). Aktuell wird der Nahverkehrsplan 2020/2025 erarbeitet. Dabei soll der Radverkehr ausgebaut werden (Initiative „Nürnberg steigt auf“). In Zukunft soll das Automobil als Verkehrsmittel wesentlich bewusster eingesetzt werden, da es bei der Nutzung auch Probleme wie Schadstoff- und Lärmemissionen und Verkehrsstaus hervorruft. Der bewusstere Einsatz des Automobils im Stadtgebiet Nürnberg ist deshalb ein wichtiges Ziel in der Zukunft. Zur Senkung der CO₂-Emissionen im Verkehrssektor kann eine Kombination verschiedener Maßnahmen beitragen:

³⁵ Vgl. Lokal Handeln – Klimaschutz in der Stadt, Diskussionspapier, Bayerischer Städtetag (Hrsg.), München, 2011, S.7

- Elektromobilität im Individualverkehr
- Erweiterte Nutzung von Erdgas als Kraftstoffersatz im Individualverkehr
- Ausweitung der ÖPNV, Rad- und Fußgängerverkehrs

11.3 Wirtschaftsreferat der Stadt Nürnberg

Das Wirtschaftsreferat fördert seit langer Zeit die Energiekompetenz in der Region Nürnberg. Dieses Engagement hat mit der Einrichtung des Energie Campus Nürnberg (ECN) seinen bisherigen Höhepunkt erreicht. Der Energie Campus Nürnberg mit seinen zehn Forschungseinrichtungen und das E|Drive-Center schaffen eine stärkere Verzahnung von Forschung und Wirtschaft.

11.3.1 Amt für Wirtschaft

Das Amt für Wirtschaft hat in der Vergangenheit bereits einige interessante Projekte zu energierelevanten Themen realisiert:

- Branchenenergieanalyse der Stadt Nürnberg
- Initiierung von Branchenenergieberatungen in Kfz-Betrieben und Hotel- und Gastronomiebetrieben
- Endenergiebilanz der Europäischen Metropolregion Nürnberg

Besonders das Thema der gewerblich-industriellen Branchenenergieberatungen bildet für die Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050 einen besonderen Schwerpunkt, da in diesem Bereich noch großes Energieeinsparpotenzial liegt. Eine sukzessive und flächendeckende Erschließung des Einsparpotenzials bei den Branchenenergieberatungen erscheint als wichtige Zukunftsaufgabe, da hier ökonomische und ökologische Aspekte eng miteinander verknüpft sind. In Zukunft wird damit gerechnet, dass die Unternehmen eine sichere und wirtschaftliche Energieversorgung aus regionalen Energiequellen als wichtigen Standortfaktor einschätzen.

Ein weiterer wichtiger Faktor wird im Bereich der Qualifizierung bei Aus-, Fort- und Weiterbildung bei regenerativen Energien und Energieeffizienztechnologien gesehen. Für eine langfristige Klimaschutzstrategie ist nicht nur aus Sicht des Amtes für Wirtschaft eine aktive Beteiligung von Industrie, Gewerbe und Handel unabdingbar.

11.3.2 Amt für Wohnen und Stadterneuerung

Seit dem Jahr 2010 ist ein Rückgang bei den Anträgen im Bayerischen Modernisierungsprogramm zu verzeichnen. Denn die Investoren schätzen derzeit selbst unter Einbeziehung von Fördermitteln die notwendigen Investitionen in energetische Sanierungsmaßnahmen im Vergleich zu den erreichbaren Einsparungen als zu hoch ein. Es gibt allerdings beispielhafte energetische Sanierungsmaßnahmen, die ihre Wirtschaftlichkeit auf langfristige Sicht be-

legen. Die Veranstaltung von Informationsveranstaltungen zu diesem Thema für Investoren aus dem privaten und gewerblichen Bereich könnte zu einer Sensibilisierung für diesen Aspekt führen.

11.4 Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg

11.4.1 Aufgabenbereiche

Der Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg (SÖR) existiert seit dem Jahr 2009. Unter seinem Dach wurden Dienstleistungen zusammengefasst, die den öffentlichen Raum betreffen. Dies umfasst Straßen, Wege, Plätze und Grünanlagen im Stadtgebiet.

SÖR umfasst folgende Bereiche:

- Weite Teile des Tiefbauamtes
- Das Gesamte Gartenbauamt
- Die Straßenreinigung
- Bewirtschaftung der öffentlichen WC-Anlagen
- Die Bauhöfe der Bürgerämter Nord, Ost und Süd

Die klimarelevanten Bereiche der SÖR liegen in der effizienten Stadt- und Straßenbeleuchtung und der Beschaffung von Fahrzeugen.

11.4.2 Straßenbeleuchtung

Bereits seit einigen Jahrzehnten wird bei der Straßenbeleuchtung auf Energieeffizienz geachtet. Vielmehr wird eine Strategie verfolgt, das Optimum aus guter Beleuchtungsqualität und Energieeffizienz zu finden. In den Achtziger Jahren wurde die Beleuchtungssituation im Rahmen einer „Halb-Nacht-Schaltung“ temporär an das auftretende Verkehrsaufkommen anzupassen. In der Neunziger Jahren erfolgte ein Einsatz von Natrium-Dampf-Lampen, die mit ihrem „gelben“ Licht nun auch in Wohngebieten eingesetzt wurden. Daneben wurden auch Halogen-Metall-Dampf-Lampen in bestimmten Bereichen eingesetzt. Der technische Fortschritt bei den computergestützten Berechnungsprogrammen führte dazu, dass die Bemessung der Beleuchtung zielgerichteter und effektiver erfolgen konnte. Durch ein Förderprogramm des BMU konnten zudem Leuchtmittel von Quecksilber-Lampen auf 6.500 Natrium-Dampf-Lampen umgestellt werden. In der jüngsten Vergangenheit wurden bereits ca. 1.800 LED-Leuchten installiert. Daneben finden sich im vielfältigen Bereich der Straßenbeleuchtung auch viele „Kleinmaßnahmen“ die zum erfreulichen Gesamtkonzept beitragen, das auf den beiden Säulen „Verbesserungen“ und „Einsparung“ beruht. In einigen Bereichen wie den Fußgängerzonen konnte durch Effizienzmaßnahmen mit dem gleichen Stromverbrauch eine wesentliche Verbesserung der Lichtverhältnisse erreicht werden. Durch eine intelligente Schaltung der Beleuchtung wird die Beleuchtung an die frequentierten Zeiten an-

gepasst. Die kontinuierliche Wartung der Schaltanlagen trägt ebenfalls zur Effizienz bei. Die Kombination vieler Einzelmaßnahmen bildet das Gesamtkonzept einer effizienten und leistungsstarken Straßenbeleuchtung. So konnte in den letzten Jahren die elektrische Anschlussleistung je Kilometer Straßenlänge ungefähr halbiert werden.

11.5 Amt für Organisation und Informationsverarbeitung

Das Amt für Organisation und Informationsverarbeitung (OrgA/IuK) betreut für die Stadtverwaltung über ca. 6.500 PC, von denen ca. 200 Geräte auf nachts in Betrieb sind. Zwar wird die Energieeffizienz der neu beschafften Geräte ständig verbessert, aber die steigende Anzahl der eingesetzten PC zehrt diesen Effizienzeffekt wieder auf. In Zukunft sollen die Virtualisierung bei kleineren PC und Servern und die Beschaffung von PC mit einem geringeren Energieverbrauch verstärkt der Energieeinsparung dienen. Durch eine EDV-Ausrüstung kann allerdings auch der Energieverbrauch reduziert werden, da besonders im Bereich der Kommunikation Dienstgänge vermieden werden können. Durch die Verknüpfung von Energieversorgungssystem und Kommunikationstechnik (ICT) erwachsen neue Potenziale bei der Steuerung und Regelung des Energieeinsatzes. Eine neu zu gründende Projektgruppe könnte Pilotprojekte initiieren und die Fördermöglichkeiten dazu ausloten. Es wurde vom Amt für Wirtschaft ein entsprechendes Innovationsprojekt mit Forschungsinstitutionen, der „Nürnberger Initiative für die Kommunikationswirtschaft“ (NIK) und der Stadt Fürth angeregt.

11.6 Städtische Werke Nürnberg

Die Städtischen Werke Nürnberg GmbH (StWN) ist für ihre Alleingeschafterin Stadt Nürnberg bezüglich der Tochterunternehmen verantwortlich. Die im folgenden beschriebenen Tochterunternehmen haben die Aufgaben der Energie- und Wasserversorgung, des ÖPNV und der Wohnungswirtschaft in der Stadt Nürnberg.

11.6.1 N-ERGIE Aktiengesellschaft

Strom- und Fernwärmeerzeugung

Die N-ERGIE Aktiengesellschaft als kommunaler Energieversorger wird in seiner Energieerzeugungsstrategie die neuen Rahmenbedingungen aus dem Energiekonzept der Bundesregierung aufgreifen müssen. Auch der aktuell beschlossene stufenweise Ausstieg aus der Kernenergienutzung hat die Energiepolitik durch die Ereignisse im fernen Japan sehr kurzfristig verändert.

In der Vergangenheit hat die N-ERGIE Aktiengesellschaft bereits das Heizkraftwerk Nürnberg-Sandreuth auf Gas-und-Dampf-Technologie umgestellt. Damit ist schon eine wichtige Maßnahme realisiert worden, die ein hohes CO₂-Reduktionspotenzial erschlossen hat. Die N-ERGIE Aktiengesellschaft lässt auf dem Betriebsgelände in Nürnberg-Sandreuth

ein Biomasseheizwerk mit einer Leistung von 6 MW_{elektrisch} bzw. 14 MW_{thermisch} errichten, das Strom und Fernwärme aus Holz erzeugt. Daneben investiert die N-ERGIE Aktiengesellschaft in Fotovoltaik-Anlagen, Wasserkraft- und Biogasanlagen. Im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) gibt es zwar einige dezentrale Micro-KWK-Anlagen, dieser Bereich könnte aber noch deutlich ausgebaut werden. Daneben verfolgt die N-ERGIE Aktiengesellschaft das Ziel einer energetischen Sanierung ihrer eigenen Liegenschaften.

N-ERGIE TISCH EFFIZIENZ

Die N-ERGIE Aktiengesellschaft geht mit ihrem N-ERGIE TISCH EFFIZIENZ über eine reine Energieberatung hinaus. Unternehmen mit einem hohen Energieverbrauch bilden über einen Zeitraum von vier Jahren ein gemeinsames Netzwerk mit dem Ziel der Energieeinsparung.

Die Projektlaufzeit ist in die drei Phasen „Analyse und Beratung“, „Realisierung und Austausch“ und „Abschluss und Entscheidung“ unterteilt. Der N-ERGIE TISCH EFFIZIENZ greift die Tatsache auf, dass in vielen Unternehmen die Themen Energiekostenbewusstsein und Energiemanagement noch nicht fest im Bewusstsein der Entscheider verankert sind. Die DIN EN 16001 zum Thema Energie- und Umweltmanagement knüpft ebenfalls an diesen Punkt an.

11.6.2 Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg VAG

„Der ÖPNV ist per se umwelt- und damit klimaschonend“. Mit dieser Feststellung als Kernaussage nahm die VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Stellung zu dem Antrag der Parteien BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, CSU-Stadtratsfraktion und der Stadtratsgruppe Linke Liste Nürnberg und konnte dies auch mit einigen praktischen Beispielen eindrucksvoll untermauern. Die VAG setzt sich als eines von 140 Verkehrsunternehmen weltweit aktiv für eine nachhaltige Gestaltung der Mobilität ein, das sie bereits im Jahr 2004 die „Charta for Sustainable Development“ des Internationalen Verbandes für Öffentliches Verkehrswesen UITP unterzeichnet hat. Mit der Verpflichtung zu den Grundwerten dieser Charta verfolgt die Vag nicht nur den Leitgedanken einer umweltpolitisch orientierten Mobilität, sondern verbindet diesen mit den Aspekten der sozialen Ausgewogenheit und der wirtschaftlichen Tragfähigkeit bei der Umsetzung. Die VAG leistet der UITP sukzessive die geforderte Berichterstattung. Das Thema Nachhaltigkeit im Sinne einer expliziten Umwelterorientierung ist damit für die VAG seit vielen Jahren ein fester Teil der Unternehmensstrategie. Der öffentliche Personennahverkehr ist neben dem Fuß- und Radverkehr ein wichtiger Teil des Umweltverbundes. Durch den hervorragenden Zustand des ÖPNV-Netzes und das kundenfreundliche Angebot mit dichten Taktzeiten des ÖPNV in Nürnberg bestünde ein weiteres deutliches Potenzial, zusätzlich mehr motorisierten Personenverkehr auf den ÖPNV zu verlagern. Denn das entsprechende Angebot seitens des ÖPNV existiert, einen großen Teil besonders der

Kurzstrecken-Autofahrten durch den ÖPNV zu substituieren. Allerdings stehen dem Sicherheits- und Bequemlichkeitsbedürfnisse der Autofahrer entgegen.

Die VAG unterstützt deshalb die Strategie der Stadt Nürnberg, den umweltfreundlichen und umweltschonenden Verkehr zu fördern. Durch eine stetige Bewußtseinsbildung der Bürger soll der Umstieg vom Pkw auf ÖPNV, Rad- oder Fußverkehr intensiviert werden. Eine weitere Stärke liegt in der Kombination der Verkehrsmittel ÖPNV, Rad- und Fußverkehr. Durch die Beteiligung am Fahrradleihsystem NorisBike beschreitet die VAG aktuell neue Wege in der Förderung des umweltfreundlichen Radverkehrs. Daneben ist die VAG in Kooperation mit der N-ERGIE Aktiengesellschaft in das Konzept „Elektromobilität“ eingebunden, wenngleich sie bereits seit Jahrzehnten schon mit den U-Bahnen und Straßenbahnen die „schienen-gebundene“ Elektromobilität erfolgreich praktiziert. Daneben testet die VAG derzeit selbst E-Pkw. Neben dem Fuhrpark wird aber auch bei den Betriebshöfen und Werkstätten Wert auf Energieeffizienz gelegt. Dies zeigt sich durch den Anschluss an das Fernwärmenetz der N-ERGIE Aktiengesellschaft. Der Straßenbahnbetriebshof Heinrich-Alfes-Straße wurde als „Musterbetriebshof“ eingestuft, da er bereits im Jahr 2003 die heutigen Energiestandards erfüllt hat. Die Nutzung der Dächer der Liegenschaften für PV-Anlagen wird im Rahmen der Möglichkeiten geprüft und realisiert. Die PV-Anlage auf dem Dach des Straßenbahnbetriebshofs Heinrich-Alfes-Straße liefert seit 2003 pro Jahr ca 75.000 kWh. Eine weitere PV-Anlage mit 2.500 m² Kollektorfläche auf dem Dach der Busstellhalle in der Jäckelstraße ging im Oktober 2010 in Betrieb. Eine weitere PV-Anlage auf dem Dach des Betriebshofes Maximiliansstraße ist im Bau. Die Anlagen werden alle durch das N-ERGIE-Tochterunternehmen impleaPlus GmbH betrieben. Daneben sind es aber auch die vielen kleinen Maßnahmen, die helfen, das Nürnberger Stadtklima zu verbessern. Begrünte Dächer, Rasengleise und begrünte Betriebsstandorte tragen dazu bei. Auch im Rahmen der Mitarbeiterschulung werden in regelmäßigen Eco-Trainings die Fahrer im energiesparenden Fahren geschult. Der Einsatz eines U-Bahn-Simulators ergänzt diese Trainings. Ein entsprechender Bus-Simulator wird demnächst daran anknüpfen.

Besonders im Rahmen des Fuhrparks ist VAG den gesetzlichen Anforderungen weit voraus. Erfüllen in der Busflotte bereits zwei Drittel der Fahrzeuge die anspruchsvolle EEV- oder Euro-5-Abgasnorm. In der Neuanschaffung von Fahrzeugen beweist die VAG entsprechenden Weitblick, da in der Regel sehr umweltschonende Fahrzeuge eingesetzt werden. Die Busflotte verfügt damit nicht nur über effiziente Erdgas- und Dieselsebusse, sondern ab Jahresende auch über zwei Busse mit Hybrid-Technologie, die in Kooperation mit dem Unternehmen MAN entwickelt wurden. Die VAG knüpft damit an ihre lange Tradition bei der Einführung innovativer Technologien an. Denn bereits in den 1930er Jahren fand im gesamten Straßenbahnnetz der VAG eine Stromrückspeisung statt. Diese Technik suchte seinerzeit weltweit ihresgleichen und wurde bis heute kontinuierlich weiterentwickelt. Neben

den mobilen Einheiten beweist die VAG heute auch bei den stationären Anlagen ihre Vorreiterrolle. Denn in den U-Bahnhöfen Stadthalle und Hardhöhe stehen seit dem Winter 2008 zwei stationäre Energiespeicher zur Spannungsstabilisierung, die sich jedoch auf dem Stadtgebiet der Stadt Fürth befinden. Im Jahr 2011 soll allerdings mit dem Energiespeicher im U-Bahnhof der U2 Marienberg auch der erste „Nürnberger“ VAG-Energiespeicher ans Netz gehen, auf den noch weitere Energiespeicher folgen sollen.

Die genannten Beispiele verdeutlichen, dass auch im Hinblick eines wirtschaftlichen Geschäftsbetriebes die Umwelt- und Klimaschutzgedanken innerhalb der VAG auf allen Ebenen engagiert praktiziert werden.

11.6.3 WBG Nürnberg Gruppe

Die WBG verfügt in Nürnberg über ca. 18.000 eigene Wohnungen. Das Ziel besteht darin, den Gebäudebestand zukünftig auf einen 7-Liter-Standard zu bringen. Im Vergleich zum Jahr 1990 wurde nach Angaben der WBG bereits eine CO₂-Einsparung von 60 Prozent erreicht. Ca. 70 Prozent der Gebäude werden durch Fernwärme versorgt. Dies gilt auch für das neue Wohngebiet in der Wallensteinstraße.

wbg Nürnberg GmbH Immobilienunternehmen

Die wbg Nürnberg GmbH Immobilienunternehmen stellte in einer offiziellen Stellungnahme vom 10.06.2011 die bisherigen Aktivitäten in den Themen Energie und Klimaschutz in Bezug auf die Anfrage der Stadtratsfraktion BÜNDNIS 90/Die Grünen vom 08.04.2011 dar. Der Immobilienbestand der wbg Nürnberg GmbH nutzt bereits zu ca. 70 Prozent die umweltfreundliche Fernwärme. Gespräche zu einer Erschließung weiterer Liegenschaften mit Fernwärme werden aktuell mit der N-ERGIE Aktiengesellschaft geführt. Zentrales Thema ist dabei der Fernwärmeanschluss der Kernwohnanlage Nordbahnhof mit ca. 1.000 Wohneinheiten, die bislang noch nicht an das Fernwärmenetz angeschlossen ist. Im Jahr 2009 wurde die 6. Kernwohnanlage, das Quartier am Nordostbahnhof, an das Fernwärmenetz angeschlossen. Im Bereich der dezentralen Wärmeversorgung wurden in Kooperation mit der impleaPlus GmbH drei Modellvorhaben zur Nutzung von Micro-BHKW realisiert.

Aber auch im Bereich der Energieeffizienz setzt die wbg Nürnberg GmbH neue Maßstäbe. Im Zusammenarbeit mit der N-ERGIE Aktiengesellschaft werden den Mietern intelligente Zähler des „Smart Meterings“ angeboten. Durch die Visualisierung der Stromverbrauchs soll ein sparsamer Umgang mit Strom erreicht werden. Zusätzlich werden die Allgemeinbereich im Gebäudebestand seit dem 01.01.2009 mit umweltfreundlichen Ökostrom der N-ERGIE Aktiengesellschaft versorgt. Um die Aktivitäten der wbg Nürnberg GmbH im Bereich des Klimaschutzes zu unterstreichen, ist sie aktuell mit ihrem Verwaltungsgebäude in der

Glogauer Straße 70 am N-ERGIE TISCH ^{EFFIZIENZ} der N-ERGIE Aktiengesellschaft vertreten. Im Bereich der klimafreundlichen Kälteerzeugung wurden noch keine Konzepte entwickelt, da dieser Aspekt aktuell für den Gebäudebestand lediglich eine geringe Relevanz besitzt. Dafür sind die Aktivitäten im Bereich der Erneuerbaren Energien umso erfreulicher einzuschätzen. Durch die Kooperation mit der impleaPlus GmbH wurden seit dem Jahr 2005 ca. 65 Photovoltaikanlagen auf Dächern von wbg-Gebäuden realisiert. Durch eine kumulierte installierte PV-Leistung von über 1,05 MW können rechnerisch ca. 350 Privathaushalte mit umweltfreundlichem Strom versorgt werden. In Zukunft wird bei allen größeren Baumaßnahmen die Integration von PV-Anlagen geprüft. Daneben beteiligt sich die wbg Nürnberg GmbH auch an energetisch innovativen Projekten, wie zu z.B. dem Projekt Dena I-IV der Deutschen Energieagentur. Im Bereich der Elektromobilität werden aktuell keine Ladestationen betrieben. Es wird aber in Zusammenarbeit mit der N-ERGIE Aktiengesellschaft geprüft, an potenziellen Standorten öffentliche Ladesäulen in Kernwohnanlagen der wbg Nürnberg GmbH einzurichten. Die Firmen übergreifende Arbeitsgruppe „Elektromobilität“ aus Experten der wbg Nürnberg GmbH, der VAG Verkehrsaktiengesellschaft und der impleaPlus GmbH versucht diese Überlegungen in die Quartierstrategien zu integrieren. Die wbg Nürnberg GmbH hat ihren Mitarbeitern seit kurzer Zeit zehn E-Bikes zur Verfügung gestellt, um die Wege zwischen Arbeitsplatz und Kunde bzw. Außenterminen umweltfreundlich zurückzulegen.

Da die Abrechnung des Strom- und Wasserverbrauchs in den vermieteten Liegenschaften durch die Mieter direkt mit dem Energieversorgungsunternehmen vorgenommen wird, besitzt die wbg Nürnberg GmbH keine Daten zum Strom- und Wasserverbrauch in diesen Objekten. Nach Aussage der wbg Nürnberg GmbH konnten die CO₂-Emissionen durch Modernisierungsmaßnahmen in den Bestandsimmobilien zwischen den Jahren 1990 und 2010 um 24 Prozent von 62.700 Tonnen CO₂ auf 47.700 Tonnen CO₂ reduziert werden. Die eine Optimierung der Fernwärmeerzeugung konnte die CO₂-Emissionen zusätzlich um 22.258 Tonnen CO₂ vermindern. Die Kombination dieser Effekte ergibt eine Senkung der CO₂-Emissionen um 60 Prozent innerhalb von 20 Jahren. Diese Zahlen unterstreichen deutlich die positiven Aktivitäten der wbg Nürnberg GmbH in den Bereichen Energieeffizienz und Klimaschutz in den letzten Jahrzehnten.

Hervorzuheben sind insbesondere die folgenden Projekte der energetischen Sanierung der wbg-Bestandsimmobilien:

- Energetische Sanierung der Wohnanlage St. Johannis in Nürnberg zum Sieben-Liter-Standard
- Ökologische Bestandsanierung der Wohnanlage Schweinau in Nürnberg zum Fünf-Liter-Standard

- Sanierungsobjekt Mehrfamilienhaus Jean-Paul-Platz 4 in Nürnberg zum „Nürnberger Drei-Liter-Haus“
- Sanierungsobjekt Mehrfamilienhaus Ingolstädter Straße 137-139 in Nürnberg als „Vier-Liter-Haus der wbg“
- Sanierungsobjekt Mehrfamilienhaus Bernadottestraße 42-48 in Nürnberg als Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand“ der Deutschen Energieagentur (dena)
- Energetische Sanierung der Mehrfamilienhäuser Kollwitzstraße 1-17 in Nürnberg im Rahmen der Initiative „Niedrigenergiehaus im Bestand“ der Deutschen Energieagentur (dena)

Mit diesen Projekten hat die wbg einen wesentlichen Einfluss auf die innovative Entwicklung im Effizienzbereich der BRD ausgeübt. Der nächste erforderliche Schritt ist die Umsetzung dieser Standards mit ökonomisch sinnvollen Rahmenbedingungen in der breitenwirksamen Umsetzung. Die Teilnahme am Wettbewerb „Großwohnsiedlungen“ des BMVBS mit der Parkwohnanlage West zeigt Wege dazu auf. Der Beitrag gehörte zu den fünf Gewinnern des Wettbewerbs und beinhaltet eine umfassende Darstellung von ökologischen, ökonomischen und sozio-kulturellen Aspekten der Quartiersentwicklung.

11.7 Weitere Akteure in der Stadt Nürnberg

11.7.1 Flughafen Airport Nürnberg

Der Flughafen Nürnberg liegt im Norden des Nürnberger Stadtgebietes. Der Verkehrsflughafen zählt zu den zehn größten Flughäfen in Deutschland und wurde in der Vergangenheit bereits als bester Flughafen Deutschlands ausgezeichnet.

Der Flughafen Airport Nürnberg hat in einer offiziellen Stellungnahme vom 10.06.2011 eine Erläuterung zu den Themen Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Klimaschutz bezüglich der Anfrage der Stadtratsfraktion BÜNDNIS 90/Die Grünen vom 08.04.2011 abgegeben. Beim Einsatz von Erneuerbaren Energien bezieht der Flughafen Airport Nürnberg Strom vom Energieversorger N-ERGIE Aktiengesellschaft, der nach Aussage des Flughafens Airport Nürnberg einen regenerativen Anteil von 46 Prozent besitzt. Daneben erfolgt der Bezug von Fernwärme über ein Holzhackschnitzelkraftwerk eines benachbarten Gartenbaubetriebes. Pläne zu weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien werden vom Flughafen laufend geprüft. Ihre Umsetzung hängt aber oft von den vorherrschenden Rahmenbedingungen ab. Weitere Umsetzungsmöglichkeiten haben sich bislang noch nicht ergeben.

Im Bereich der Energieeffizienz erfolgen die Aufklärung und die Motivation der Mitarbeiter zum Energie- und Stromsparen. Ältere Geräte wie PC, Kälteanlagen und Beleuchtungsanlagen werden sukzessive durch modernste Technik ersetzt. Automatische Steuerungen in

den Parkhäusern schalten beispielsweise am Tag die Beleuchtung ab. Im Rahmen der klimafreundlichen Kälteerzeugung wird eine optimierte Gebäudeleittechnik eingesetzt. Die Zu- und Abluftströme werden über Wärmetauscher geführt. Die Luftaustauschraten sind bedarfs-gesteuert. Bei zukünftigen Baumaßnahmen wird die Einbindung von PV- und Solarthermieanlagen bereits in der Planungsphase aber berücksichtigt. Auch die Einrichtung von solarbetriebenen Ladestationen für Elektromobile und Pedelecs wird bei vorhandener Nachfrage in Aussicht gestellt.

Neben den CO₂-Emissionen aus dem Betrieb der Liegenschaften und Gebäuden des Flughafens verursachen auch die verkehr- und logistikbezogenen Bereiche der Flughafens CO₂-Emissionen. Dabei sind vier Bereiche zu differenzieren:

1. Flugzeugquellen (Flugzeugtriebwerke)
2. Flugzeugabfertigung (Ground Support Equipment und luftseitiger Straßenverkehr)
3. Infrastrukturbezogene Quellen der CO₂-Emissionen (Energieverbrauch FNG und extern, Notstromanlagen, Treibstoff, Feuerwehrrübungen)
4. Landseitiger Verkehr (Cargoverkehr, Straßenverkehr, ÖPNV Straße/Schiene)

Eine Berechnung der CO₂-Emissionen für die vier Bereiche ergab für das Jahr 2007 folgende Ergebnisse:

Tabelle 70: Airport Nürnberg CO₂-Emissionen

Bereich	Bilanzjahr 2007	CO ₂ -Emissionen	Anteil
1.	Flugzeugquellen	45.449 t	66 %
2.	Flugzeugabfertigung	2.001 t	3 %
3.	Infrastrukturbezogene Quellen	20.081 t	29 %
4.	Landseitiger Verkehr	1.433 t	2 %
	Summe	68.964 t	100 %

Ein Vergleich der Werte des Jahres 2007 mit den Jahren zwischen 2002 und 2003 zeigt, dass diese CO₂-Emissionen seit dem Jahr 2003 von ca. 60.414 t auf 68.964 t im Jahr 2007 angestiegen sind. Der Zuwachs entfällt dabei sowohl prozentual als auch bei den absoluten Werten überwiegend auf die Zunahmen der CO₂-Emissionen aus den Flugzeugquellen. Die CO₂-Emissionen aus den Flugzeugquellen stiegen in diesem Zeitraum proportional zu den Verkehrseinheiten am Flughafen Nürnberg. Die anderen Bereiche (2.–4.) blieben als Sockelbetrag nahezu konstant.

Die CO₂-Emissionen aus dem Flugverkehr hängen eng mit der Anzahl der Flugzeugbewegungen zusammen. Seit dem Jahr 2000 fand ein kontinuierliches Wachstum beim Fluggastaufkommen bis zum Jahr 2008 statt. Bedingt durch die Weltwirtschaftskrise kam es im Jahr 2009 zu einem Einbruch beim Fluggastaufkommen und den Luftfrachtumschlag, der im Jahr 2010 jedoch wieder überwunden war. Die Zahl der Flugzeugbewegungen erwies sich trotz leichter Schwankungen als relativ stabil im Verlauf zwischen den Jahren 2000 und 2010. Die Berechnung der CO₂-Emissionen aus dem Flugverkehr erweist sich als sehr komplex. Eine Berechnung über den ECOREGION-rechner hat für das Jahr 2008 einen Energieverbrauch des Flugverkehr von ca. 505.500 MWh an Kerosin ergeben. Die daraus resultierenden CO₂-Emissionen betragen im Jahr 2008 ca. 144.000 t CO₂. Dies entspricht ca. 14 Prozent der CO₂-Emissionen aus dem PKW- und LKW-Verkehrs im Nürnberger Stadtgebiet.

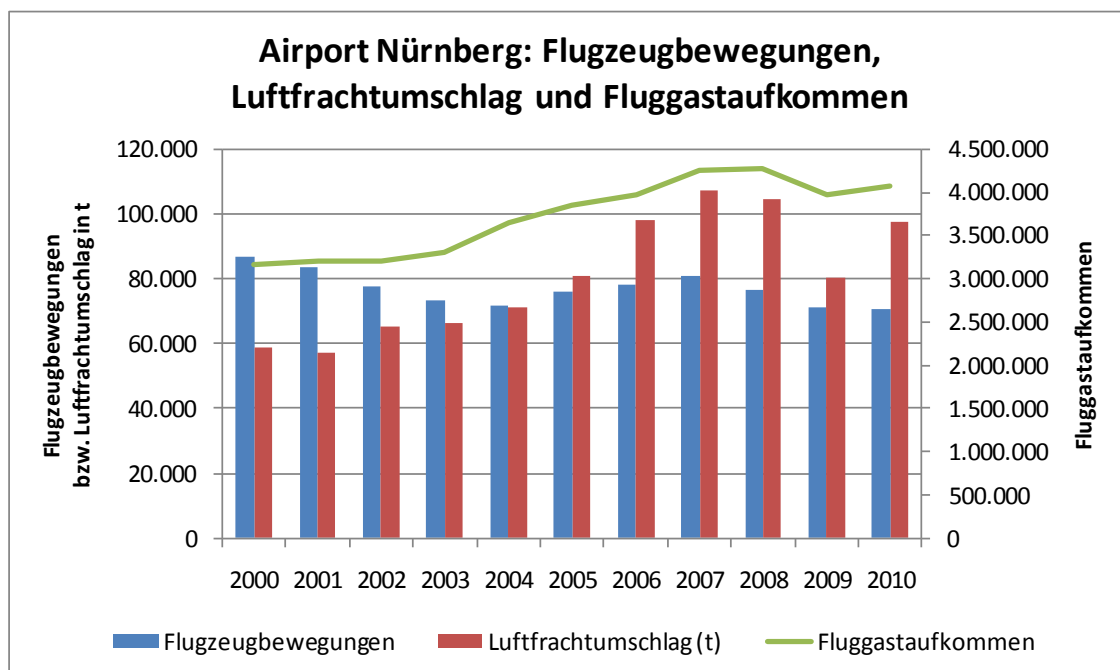


Abbildung 96: Airport Nürnberg – wichtige Kennzahlen³⁶

Neben dem Flugbetrieb ist der Flughafen aber auch ein bedeutender Wirtschaftsfaktor, da sich dort auch viele Geschäfte und Gastronomiebetriebe befinden. Eine energieeffiziente und umweltfreundliche Versorgung der Gebäude mit Energie ist mehrere Maßnahmen zu nennen.

³⁶ Vgl. Geschäftsbericht 2009 Flughafen Nürnberg GmbH, S. 2, Flughafen Nürnberg GmbH (Hrsg.), Nürnberg, 04/2010

Die Wärmeversorgung des Flughafens Nürnberg wird seit 1987 über eine Heizzentrale gewährleistet, die zu ca. 90 % den Brennstoff Erdgas einsetzt. Auftretende Bedarfsspitzen werden mit Heizöl gedeckt.³⁷

Der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen aus den Liegenschaften des Flughafens zeigen für das Jahr 2007 folgende Werte:

Tabelle 71: Airport Nürnberg Energieträger und Endenergieverbrauch

Energieverbrauch	Strom MWh	Erdgas MWh	Heizöl MWh	Propangas MWh
Airport Intern	25.600	16.490	153	68
Airport Extern	1.010	1.099	50	0
Gesamt	26.610	17.589	203	68
CO₂-Emissionen				
Airport Intern	14.315	4.157	48	333
Airport Extern	642	277	16	0
Gesamt/Tonnen CO₂	15.557	4.434	64	333

Die gesamten CO₂-Emissionen der Liegenschaften betragen damit 20.388 t CO₂-Emissionen.

11.7.2 bayernhafen Nürnberg

Der bayernhafen Nürnberg ist mit einer Gesamtfläche von 337 Hektar das größte multimodale Güterverkehrs- und Logistikzentrum Süddeutschlands. Es sind ca. 260 Unternehmen aus den Bereichen Logistik, Transport, Umschlag, Handel, Industrie, Lagerung und verkehrsrelevanter Dienstleistung ansässig. Im Nürnberger Hafen werden im Schiffsgüterverkehr besonders Steine und Erden (Anteil im Jahr 2010.: 32,7 %), Düngemittel (25,0 %) und feste mineralische Brennstoffe (10,2 %) umgeschlagen. Der Gesamtumschlag beträgt im Jahr 2010 ca. 520.000 Tonnen.³⁸

³⁷ Vgl. <http://www.airport-nuernberg.de/unternehmen/umwelt/energie/Hackschnitzelkraftwerk-Airport-Nuernberg-Synergien-nachwachsende-Rohstoffe-CO2-Fernwaerme;art217,11600>

<http://www.airport-nuernberg.de/unternehmen/umwelt/energie/Erdgas-Einsatz-alternative-Energie-Airport-Nuernberg-1987;art217,1446>

³⁸ Vgl. Statistikflyer 2010 bayernhafen Nürnberg, bayernhafen Nürnberg (Hrsg.), 2010

Der gesamte Güterumschlag hat sich zwischen den Jahren 2000 und 2008 kontinuierlich erhöht. Nach dem deutlichen Rückgang im Jahr 2009 infolge der Auswirkungen der Wirtschaftskrise konnte im Jahr 2010 der Güterumschlag wieder über das Niveau von 2008 gesteigert werden. Die Anzahl der Schiffe ist jedoch gegenüber den Jahren 2000 und 2001 deutlich zurückgegangen.

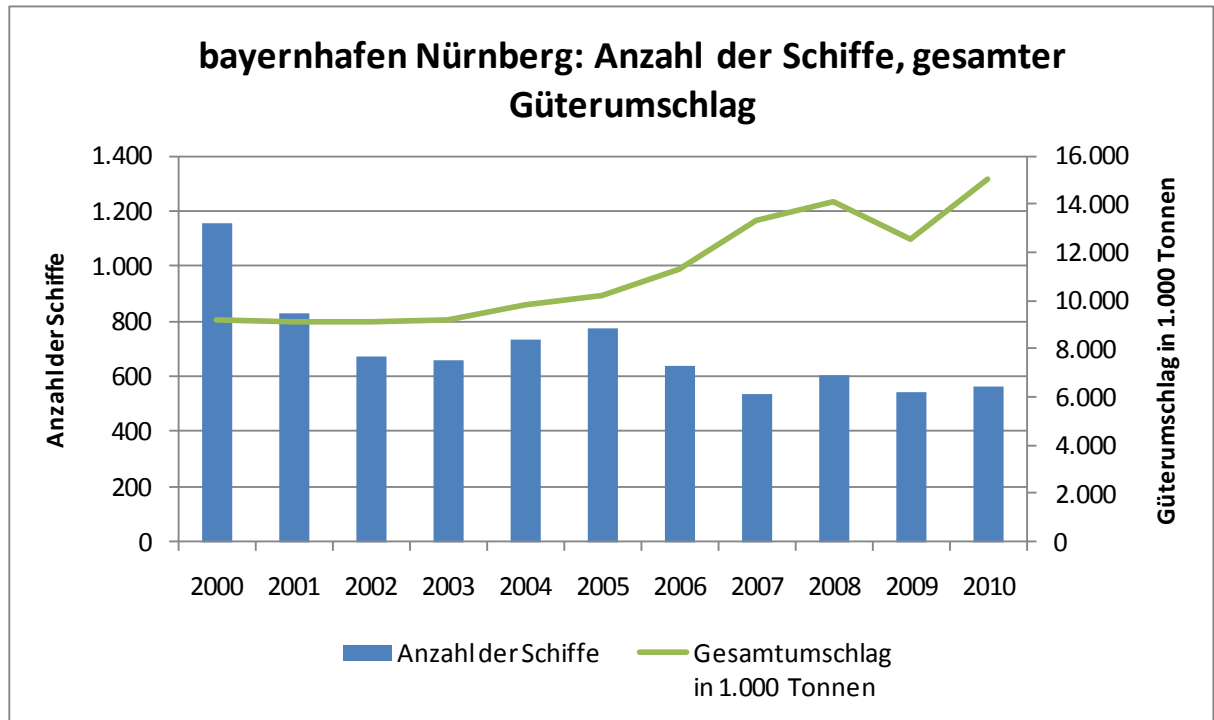


Abbildung 97: bayernhafen Nürnberg – Anzahl der Schiffe und gesamter Güterumschlag³⁹

Der Rückgang der Schiffe ist jedoch mit einem starken Anstieg der Waggons im Schienenverkehr zu sehen. Hier konnte die Anzahl der Waggons seit 2007 deutlich erhöht werden. Auch das Krisenjahr 2009 führte nur zu einem geringen Rückgang der Waggons, der im Jahr 2010 mehr als aufgeholt wurde. Aus Sicht des Klimaschutzes ist es vorteilhaft den Gütertransport von der Straße (LKW-Transport) auf die Schiene (Bahntransport) bzw. auf Wasserstraßen zu verlegen, da der spezifische Energieaufwand geringer ist. Trotz eines konjunkturbedingten Rückgang des Gesamtumschlages zeigt die langfristige Entwicklung einen positiven Anstieg des Transportaufkommens. Ein weiterer positiver Aspekt ist die Ansiedlung von Gewerbebetrieben in direkter Nähe des Hafens um zusätzliche Transportstrecken möglichst gering zu halten.

³⁹ Vgl. <http://www.gvz-hafen.com/ueber-uns/zahlen-und-fakten.html> (Stand: 25.05.2010)

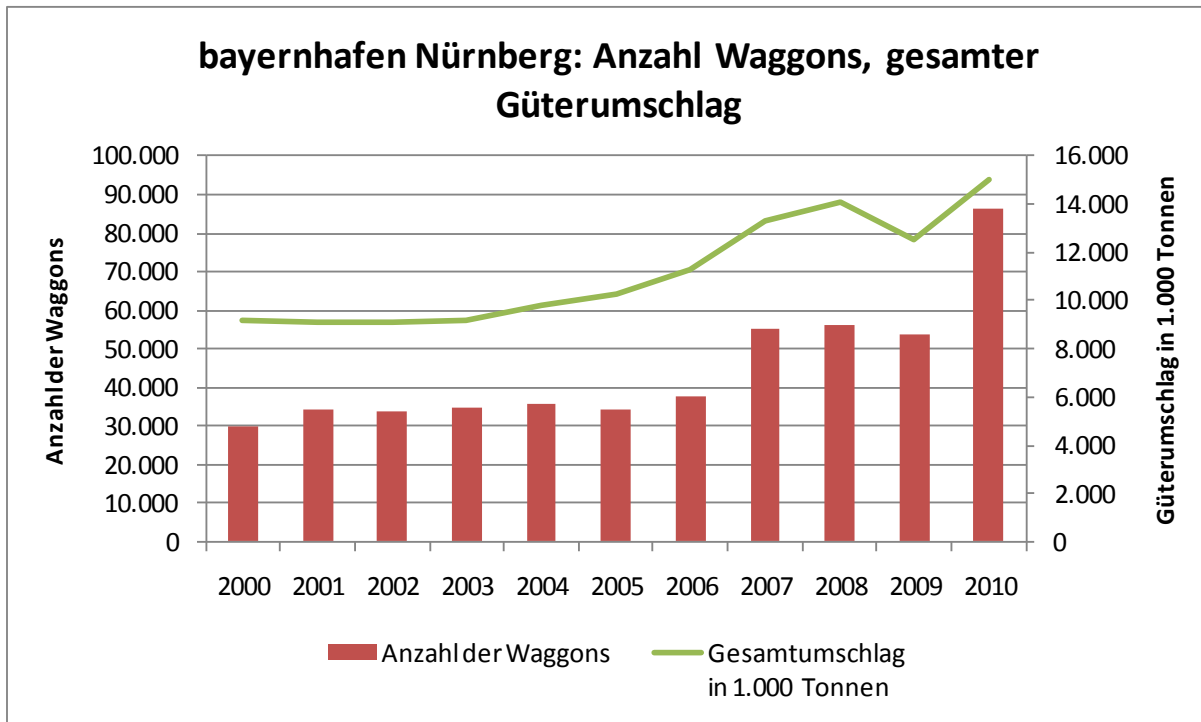


Abbildung 98: bayernhafen Nürnberg – Anzahl der Waggon und gesamter Güterumschlag⁴⁰

Die Verkehrsträgeranteile haben sich seit dem Jahr 2000 verändert. Die Bedeutung der Schiffe am Güterumschlag nahm ab. Die Anteile der Bahn und besonders der LKW nahmen deutlich zu.

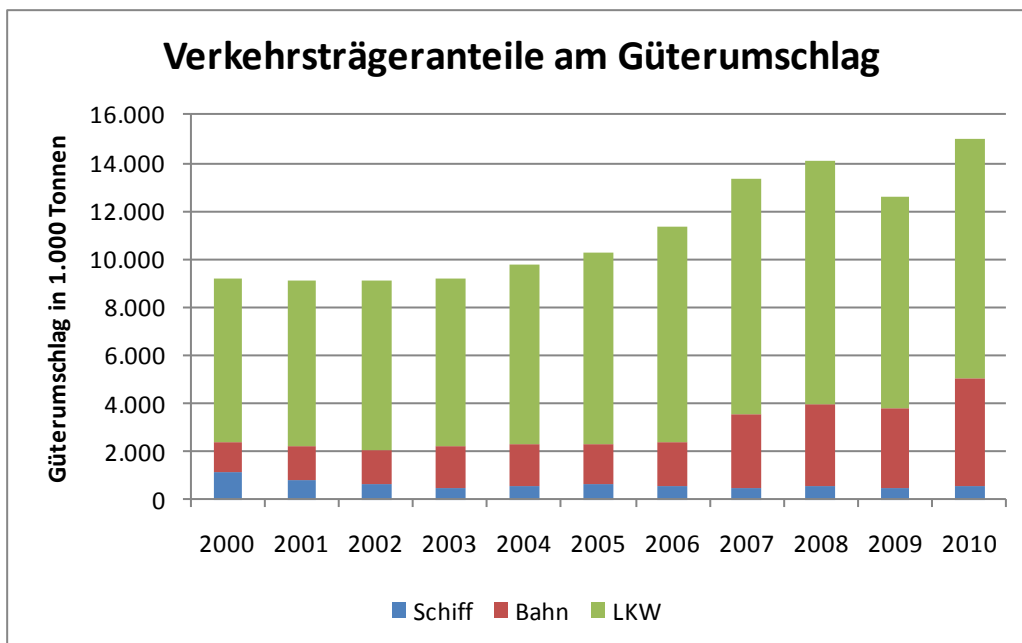


Abbildung 99: bayernhafen Nürnberg – gesamter Güterumschlag nach Verkehrsträgern⁴¹

⁴⁰ Vgl. Statistikflyer 2010 bayernhafen Nürnberg, bayernhafen Nürnberg (Hrsg.), 2010

⁴¹ Vgl. Statistikflyer 2010 bayernhafen Nürnberg, bayernhafen Nürnberg (Hrsg.), 2010

11.7.3 Klinikum Nürnberg

Das Klinikum Nürnberg hat in einer offiziellen Stellungnahme vom 10.06.2011 eine Erläuterung zu den Themen Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Klimaschutz bezüglich der Anfrage der Stadtratsfraktion BÜNDNIS 90/Die Grünen vom 08.04.2011 abgegeben. Im Jahr 2010 bezog das Klinikum Nürnberg über den Energieversorger N-ERGIE Aktiengesellschaft 33.058 MWh an elektrischem Strom und 37.444 MWh Erdgas. Die Untersuchung des Einsatzes eines BHKW aus dem Jahr 1997 in Kooperation mit der damaligen EWAG führte nicht zum Bau eines BHKW, da die Notwendigkeit der unterbrechungsfreien Stromversorgung und der verbundenen Vorhalteleistung gegen den Betrieb eines BHKW standen. Der Stromverbrauch stieg zwischen den Jahren 2009 und 2010 lediglich um 1,4 Prozent an. Berücksichtigt man die Zahl der Behandlungstage, dann beträgt der Anstieg lediglich 0,1 Prozent.

Durch das vorausschauende Einleiten von Energieeffizienzmaßnahmen im technischen Bereich konnte der Stromverbrauch relativ konstant gehalten werden. Es erfolgte der Einsatz moderner Umwälzpumpen, eine Umstellung auf Strom sparende Ventilatorenantriebe in der Lüftungstechnik, der gezielte Einsatz der Gebäudeleittechnik, der Einbau neuer Beleuchtungsmittel (T5- bzw. LED-Leuchten) und die Installation von EIB-Steuerungen zur bedarfsgerechten Schaltung der Innen- und Außenbeleuchtung. Der kontinuierliche Ausbau der Gebäude-, Betriebs- und Medizintechnik und der Datenverarbeitung erhöhen ebenso den absoluten Stromverbrauch wie der stetig steigende Untersuchungsbedarf mit medizinischen Leistungen.

Die Kälteerzeugung deckt im Klinikum Nürnberg einen stetig steigenden Kältebedarf ab, da die zunehmende Anzahl von medizinischen Untersuchungsgeräten eine vermehrte Wärmeabgabe verursacht. Das Klinikum Nord besitzt eine eigene Absorptionskältemaschine, die besonders im Sommer die benötigte Kälte aus überschüssiger Fernwärme des N-ERGIE Fernwärmenetzes umweltfreundlich erzeugt. Im Rahmen einer regenerativen Stromerzeugung existieren PV-Anlagen bislang nur auf einem Teil der Dächer des Herz-Gefäß-Zentrums im Klinikum Süd. Die Nutzung weiterer Dächer ist eingeschränkt, da die Dachflächen für das Aufstellen von technischen Anlagen bereits belegt sind oder für die Zukunft frei gehalten werden müssen. Innerhalb des Klinikums Nürnberg werden bereits sehr viele Elektrofahrzeuge genutzt, die allerdings wegen fehlender PV-Anlagen konventionell aufgeladen werden.

11.7.4 Sparkasse Nürnberg

Die Sparkasse Nürnberg stellte in einer offiziellen Stellungnahme vom 16.06.2011 ihre Aktivitäten im Bereich der Nachhaltigkeit bezüglich der Anfrage der Stadtratsfraktion BÜNDNIS 90/Die Grünen dar. Es ist zu beachten, dass die Sparkasse Nürnberg als Unternehmen be-

trachtet nicht nur auf das Stadtgebiet Nürnberg begrenzt ist, sondern auch eine große Anzahl von Geschäftsstellen innerhalb des Landkreises Nürnberger Land betreibt.

Die Sparkasse Nürnberg verfolgt in diesem Kontext die Themen der ökonomischen, sozialen und ökologischen Nachhaltigkeit. Das Geschäftsmodell „Einlagen aus der Region. Kredite für die Region“, soziales Engagement und der Beitritt zum Umweltpakt Bayern stehen konkret für die differenzierte Betrachtung des Nachhaltigkeitsbegriffes.

Der energieeffiziente Betrieb der eigenen Verwaltungsgebäude, die Beschaffung neuer Elektrofahrzeuge und ein an energetischen und umweltbezogenen Aspekten orientiertes Kundengeschäft tragen zum Nachhaltigkeitsgedanken auf diesen drei Ebenen bei.

Im Rahmen der eigenen Liegenschaften im Stadtgebiet Nürnberg werden derzeit noch keine Erneuerbaren Energien zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Auch eigene KWK-Anlagen wurden nicht gemeldet. Auf dem Dach der Sparkassen-Geschäftsstelle in der Saarstraße in Lauf an der Pegnitz wird derzeit eine Photovoltaik-Anlagen mit einer Leistung von 19,1 kW_{peak} installiert. Weitere sieben Dächer von Geschäftsstellen werden für eine PV-Nutzung vom Kooperationspartner impleaPlus GmbH geprüft. Diese Schritte zeigen, dass ein Ausbau der Erneuerbaren Energien durch die Sparkasse forciert wird. Das neu erworbene Haus im Königstorgraben Nr. 1 wird auf den möglichen Bau einer PV-Anlage hinsichtlich des Denkmalschutzes geprüft. Eine Elektrotankstelle der impleaPlus GmbH befindet sich bereits vor diesem Gebäude.

Im Bereich der Energieeffizienz konnte die Beheizung der Tiefgaragenrampe im Haus B/Bauhof von Strom und Heizwasser auf die Nutzung der Kondensatrückführung der Fernwärme umgestellt werden. Das System soll in Zukunft bei einer weiteren Tiefgaragenrampe praktiziert werden. Die Stromeffizienz konnte durch folgende Maßnahmen optimiert werden:

- Tageslichtabhängige Steuerung der Beleuchtung
- Einsatz von Energiesparleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten
- Nutzung von Zeitsteuerungen und Dämmerungslichtschalter
- Beschaffung energieeffizienter Kühlschränke, Spülmaschinen und EDV-Geräte
- Verwendung hocheffizienter Heizungspumpen
- Kälteerzeugung mit hohen COP-Werten

Besonders im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien wurden durch die sogenannte „GreenIT“ Effizienzvorteile erschlossen:

- Nutzung einer Terminalserver-Umgebung und Ersatz von Arbeitsplatzrechnern durch sog. Thin Clients
- Austausch von alten Druckern durch Drucker neuer Technik

- Reduzierung der dezentralen Server von 21 auf drei Stück
- Sensibilisierung und Schulung der Mitarbeiter zum Energiesparen
- Automatische Abschaltung aller Computer ab 21:00 Uhr

Die Kombination der eingeleiteten Maßnahmen führte zu einer Reduzierung des Stromverbrauchs um 300.000 kWh bzw. 15 Prozent. Dies ist mit einer Einsparung von 132 Tonnen CO₂ verbunden. Der Großteil des Immobilienbestandes der Sparkasse Nürnberg ist nicht klimatisiert. Bei Sanierungen und Umbaumaßnahmen wird im Bereich der Klimatechnik nur die modernste und effizienteste Technik eingesetzt. Das derzeit in Generalsanierung befindlich Gebäude der Sparkasse Nürnberg in der Marienstraße 1 wird zukünftig mit einer Absorptionskältemaschine gekühlt werden.

Die Sparkasse Nürnberg ist seit März 2011 Mitglied beim Umweltpakt Bayern, einer freiwilligen Vereinbarung der Bayerischen Staatsregierung und der Bayerischen Wirtschaft. Diese Partizipation der Sparkasse Nürnberg am Umweltpakt Bayern verdeutlicht in Verbindung mit den genannten Praxisbeispielen den Leitgedanken eines „Nachhaltigen Wachstums mit Umwelt- und Klimaschutz“.

12 Kommunale Energieeffizienz- und Klimaschutzstrategien von deutschen Großstädten

12.1.1 Stadt München

Städte weisen allgemein durch ihre Kompaktheit eine hohe Bevölkerungsdichte auf, die einen Energieverbrauch und hohe CO₂-Emissionen verursachen. Dies trifft auch für die Stadt München zu, die in Zukunft ihre CO₂-Emissionen deutlich reduzieren will. Die Studie des Wuppertal-Instituts „Sustainable Urban Infrastructure Ausgabe München – Wege in eine CO₂-freie Zukunft“ betrachtet zwei mögliche Szenarien zur CO₂-Reduktion zwischen den Jahren 2008 und 2058 in der Stadt München.⁴² Die Szenarien „Brücke“ (konservative Einschätzung) und „Ziel“ (optimistische Einschätzung) beschreiben die Entwicklung mit folgenden Kennwerten:

- Szenario „Brücke“: - 79 % CO₂-Reduktion (im Jahr 2058: 1,30 t CO₂/Einwohner)
- Szenario „Ziel“: - 87 % CO₂-Reduktion (im Jahr 2058: 0,75 t CO₂/Einwohner)

Ähnlich wie für die Stadt Nürnberg prognostiziert werden die CO₂-Emissionen in den nächsten Jahren deutlich abnehmen. Dabei ist zu bemerken, dass für die Stadt München

⁴² Vgl. „Sustainable Urban Infrastructure Ausgabe München – Wege in eine CO₂-freie Zukunft“, S. 7, SIEMENS AG, Corporate Communications and Governments Affairs (Hrsg.), München 2009, Research: Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

eine deutlich stärkere Dynamik im Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum erwartet wird, als es in der Stadt Nürnberg eingeschätzt wird. Die Studie setzt sich mit unterschiedlichen Themenfeldern auseinander die in München die zukünftige Energienutzung bestimmen werden. Die Themenfelder der Studie umfassen folgende Bereiche:

- Wärmenachfrage Gebäude
- Stromnachfrage Gebäude
- Wärmebereitstellung
- Strombereitstellung
- Verkehr
- Beispiele: Musterstadtteile Neuaubing und Freiam-Nord

Als wichtigsten Maßnahmen, die prinzipiell auch für die Stadt Nürnberg zutreffen können, werden einige primäre Aktionsfelder genannt:

- Energetische Gebäudesanierung
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Stromeffizienz und effektive Beleuchtungssysteme
- Erneuerbare Energien und CO₂-arme Stromerzeugung
- Dezentrale Stromproduktion
- Verkehrsvermeidung

Da die Stadt München neben ihren kommunalen Liegenschaften nur begrenzten Einfluss auf die CO₂-Emissionen im gesamten Stadtgebiet nehmen kann, ist die Eigeninitiative der Bürger und Unternehmen gefragt. Der Gebäudebereich verursacht derzeit ca. 50 Prozent der gesamten Emissionen bei einem aktuellen Sanierungszyklus von ungefähr 50 Jahren. Dies spricht für eine Etablierung der Passivhaustechnologie im Gebäudesektor. Daneben sollen in Zukunft die Gebäude mittels Solarthermie, Photovoltaik, Micro-KWK-Anlagen und Tiefengeothermie zur Deckung des eigenen Energiebedarfs beitragen. Der restliche Energiebedarf soll über Nah- und Fernwärme unter Einbeziehung der Erneuerbaren Energien abgedeckt werden. Der Stromverbrauch der vier Sektoren Industrie, GHD, private Haushalte und Verkehr verursacht im Jahr 2008 ca. 39 Prozent der CO₂-Emissionen. Energieeffiziente Haushalts- und Bürogeräte und Beleuchtungssysteme können zu einer Senkung des Stromverbrauchs besonders in den Sektoren private Haushalte und GHD sorgen. Im Verkehrssektor soll der Ausbau der Elektromobilität zu Energie- und CO₂-Einsparungen führen. Die Raum- und Stadtplanung soll bei der Verkehrsplanung in Zukunft dem umweltfreundlichen ÖPNV-, Fuß- und Radverkehr mehr Priorität gegenüber dem motorisierten Individualverkehr ein-

räumen. Car-Sharing-Modelle und Leihräder ergänzen diesen Punkt. Das Ziel besteht innerhalb des Verkehrssektors, die Verkehrsleistung bis zum Jahr 2058 um ca. 10 Prozent zu reduzieren. Langfristig zahlen sich aber die hohen Investitionen in Energieeffizienz und Erneuerbare Energien auch wirtschaftlich aus. Eine Kostendegression neuer Effizienztechnologien ermöglicht die Vereinbarung von Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit.

12.1.2 Stadt Stuttgart

Für die Stadt Stuttgart existiert eine Kurzstudie des Wuppertal-Instituts mit dem Titel „Auf dem Weg zu einem „CO₂-freien Stuttgart 2050“ – Bewertung der Klimaschutzbemühungen Stuttgarts und Ableitung der Notwendigkeit einer langfristigen Vorgehensweise“. Die Kurzstudie gibt eine Empfehlung zur Erstellung eines langfristigen Klimaschutzkonzeptes zur „Vision eines CO₂-freien Stuttgart 2050“. Detaillierte Handlungsoptionen für die Klimaschutzstrategie der Stadt Nürnberg bis zum Jahr 2050 lassen sich aus der Kurzstudie direkt noch nicht entnehmen.⁴³ Daneben besitzt die Stadt Stuttgart das Klimaschutzkonzept Stuttgart (KLIKS) aus dem Jahr 1997 und eine Zwischenbilanz für das Jahr 2000. Im Jahr 2007 kam die Ergänzung „10 Aufgabenfelder in der Klima- und Energiepolitik in Stuttgart“ hinzu, die konkrete Maßnahmen mit Investitionen, Personalbedarf und Kosten- und CO₂-Einsparungen hinterlegt. Die zehn Felder umfassen folgende Schlüsselthemen:⁴⁴

1. Nachhaltige Stadtentwicklung
2. Energiesparen und Energieeffizienz
3. Umweltfreundliche Verkehrsentwicklung
4. Bodenschutz
5. Gewässerschutz
6. Abwasser
7. Abfallwirtschaft
8. Beratung und Öffentlichkeitsarbeit
9. Forschungsprojekte
10. Netzwerke zum Erfahrungsaustausch

⁴³ Vgl. „Auf dem Weg zu einem „CO₂-freien Stuttgart 2050“ - Bewertung der Klimaschutzbemühungen Stuttgarts und Ableitung der Notwendigkeit einer langfristigen Vorgehensweise“, Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, 2. verbesserte Version, Wuppertal, 07/2009

⁴⁴ Vgl. „Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes (KLIKS) – Maßnahmenkatalog“, Stadt Stuttgart 2007

12.1.3 Stadt Hannover

Die Stadt Hannover hat im Jahr 2007 die Studie „CO₂-Bilanz 1990/2005 – Energie- und verkehrsbedingte Emissionen“ des Wirtschafts- und Umweltdezernats der Landeshauptstadt Hannover“ herausgegeben, die die Themen Energie und Klimaschutz aufgreift. Der Energieverbrauch ist zwischen den Jahren 1990 und 2005 um zwei Prozent gesunken, während die energiebedingten CO₂-Emissionen sogar um neun Prozent abnahmen.⁴⁵ Das Ziel einer CO₂-Reduktion bis zum Jahr 2020 von 40 Prozent im Vergleich zum Basisjahr erscheint damit ambitioniert. Bei Betrachtung der bisher erreichten CO₂-Reduktion ist aber zu berücksichtigen, dass es in der Stadt Hannover in den letzten Jahren zu einem deutlichen Anstieg des Wirtschaftswachstums, der Wohnflächen und des Verkehrsaufkommens kam. Trotz dieser Effekte ist die genannte CO₂-Einsparung durch Effizienzmaßnahmen positiv zu bewerten.

Seit dem Jahr 1994 engagiert sich die Klimaschutzleitstelle der Stadt Hannover für die Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau Erneuerbarer Energien. Sie arbeitet mit der Stadtverwaltung zusammen und kooperiert auch mit der Klimaschutzagentur Region Hannover und dem Förderfonds „proKlima“ bei übergreifenden Angelegenheiten.

Die Stadt Hannover hat ein Klimaschutzaktionsprogramm mit dem Titel „Klima-Allianz Hannover 2020, Klimaschutz-Aktionsprogramm 2008 -2020“ veröffentlicht, das die Aktivitäten im Klimaschutzprozess bis zum Jahr 2020 beschreibt.⁴⁶ Dabei werden auch die Beiträge der Stadtverwaltung und der Stadtwerke Hannover zum Klimaschutz erläutert. Für den Handlungsbereich der Stadt Hannover liegen im Bereich des Klimaschutzes folgende Handlungsfelder herauskristallisiert:⁴⁷

- Städtische Liegenschaften und Anlagen (Wärmeerzeugung, Fernwärmeausbau, neue BHKW, Energieeffizienz in Gebäudesanierung und Neubau, PV-Anlagen auf Dächern kommunaler Liegenschaften)
- Städtische Beschaffung und städtischer Verwaltungsbetrieb (nachhaltiges Beschaffungswesen und Fuhrpark)
- Städtische Eigenbetriebe (Stadtentwässerung, Städtische Häfen Hannover, Hannover Congress Centrum HCC)

⁴⁵ Vgl. „CO₂-Bilanz 1990/2005 – Energie- und verkehrsbedingte Emissionen“ des Wirtschafts- und Umweltdezernats der Landeshauptstadt Hannover“, S. 3, Hannover 04/2007

⁴⁶ Vgl. Klima-Allianz Hannover 2020, Klimaschutz-Aktionsprogramm 2008 -2020 für die Landeshauptstadt Hannover, Schriftenreihe kommunaler Umweltschutz Nr. 47, Landeshauptstadt Hannover, Der Oberbürgermeister, Wirtschafts- und Umweltdezernat, Hannover 01/2009

⁴⁷ Vgl. Vgl. Klima-Allianz Hannover 2020, Klimaschutz-Aktionsprogramm 2008 -2020 für die Landeshauptstadt Hannover, Schriftenreihe kommunaler Umweltschutz Nr. 47, S. 12 ff, Landeshauptstadt Hannover, Der Oberbürgermeister, Wirtschafts- und Umweltdezernat, Hannover 01/2009

- Zukunftsfähiger Städtebau (Energieeffiziente Bauleitplanung, Bauherrenberatung, Energiestandards im Wohnungsbau)
- Beratung und Öffentlichkeitsarbeit (Initial-Energieberatung Gewerbe und Industrie, Umweltbildung in Kindergärten und Grundschulen)
- Nationale und internationale Kooperationen

Dieses kommunale Aktionsfeld umfasst viele Instrumente, die bereits in der Stadt Nürnberg zum Repertoire des kommunalen Klimaschutzes gehören.

Das Fachprogramm der Stadtwerke Hannover AG fokussiert sich vor allem auf die Klimaschutzmaßnahmen im Bereich von Energieerzeugung und Energieverwendung.⁴⁸ Zu beachten ist dabei, dass die Stadtwerke Hannover AG durch eine hohe Eigenerzeugungsquote von elektrischem Strom mehr Elektrizität produziert als in der Stadt Hannover verbraucht wird.

- Vorrang des Energiesparens bei Kunden und Bürgern
- Ausbau der Fernwärmenutzung
- Deckung des Strombedarfs der Stadt Hannover durch hohe Eigenstromerzeugung (Kein Bezug von Atomstrom)
- Förderung Erneuerbarer Energien (Wasserkraftwerk Herrenhausen, Beteiligung am Biomasseheizkraftwerk Landesbergen)
- Steigerung der Erneuerbaren Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung bis 2020 auf 30 Prozent der heutigen Wärmenachfrage
- Modernisierung des Kohlekraftwerkparkes (durch Beteiligung am Kohlekraftwerk Staudinger 6 der E.ON Kraftwerke GmbH in Hanau)
- Ausbau der Fernwärmeabgabe und BHKW um 15 MW_{th} pro Jahr
- Einrichtung von Nahwärmeinselnetzen mit späterem Anschluss an die Fernwärmeversorgung
- KWK-Stromerzeugung auf Basis des Brennstoffes Erdgas
- Ausbau des Contractings auf Basis Erneuerbarer Energien
- enercity-Klimaschutzfonds „pro Klima“

⁴⁸ Vgl. Klima-Allianz Hannover 2020, Klimaschutz-Aktionsprogramm 2008 -2020 für die Landeshauptstadt Hannover, Schriftenreihe kommunaler Umweltschutz Nr. 47, S. 24, Landeshauptstadt Hannover, Der Oberbürgermeister, Wirtschafts- und Umweltdezernat, Hannover 01/2009

Daneben existieren noch sektorale Programme (Industrie, Büros, Haushalte, Wohngebäude) und Arbeitsgruppen mit Akteuren aus dem Wohnungs- und Bürogebäudesektor, der Industrie, den großen Organisationen (Kirchen, Parteien, Sportorganisationen) und dem Verbraucherschutz.⁴⁹

Mit dem Klimaschutzaktionsprogramm sei es aber möglich, das ambitionierte Ziel einer CO₂-Einsparung von 40 Prozent bis zum Jahr 2020 im Vergleich zu 1990 zu erreichen. Voraussetzung ist aber die konsequente Beteiligung aller Akteure an den Klimaschutzanstrengungen.⁵⁰ Prognosen für die Zukunft, insbesondere für den Zeitraum bis zum Jahr 2050 werden aber in dieser Studie nicht veröffentlicht. Im Sommersemester 2011 findet eine fakultäts- und universitätsübergreifende Forschungsinitiative „Energie 2050“ an der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover statt. Die Ringvorlesung befasst sich mit dem Thema der nachhaltigen Energieversorgung in der Zukunft.

12.1.4 Stadt Frankfurt am Main

Die Stadt Frankfurt am Main verfügt über ein „Energie- und Klimaschutzkonzept für die Stadt Frankfurt am Main 2008“ dem Jahr 2008, das vom Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) erstellt wurde.⁵¹ Grundlage bildete eine Energie- und CO₂-Bilanz aus dem Jahr 2005 mit den Bereichen Energie und Verkehr. Zwischen den Jahren 1995 und 2005 gingen die CO₂-Emissionen trotz deutlichem Bevölkerungs- und Gebäudeflächenzuwachs um ca. 3,7 Prozent zurück.⁵² Die Ziele der Stadt Frankfurt bestehen in einer Senkung der CO₂-Emissionen zwischen den Jahren 1990 und 2030 um 50 Prozent. Zwischenziel ist eine Verminderung der CO₂-Emissionen alle fünf Jahre um zehn Prozent.⁵³ Die Maßnahmen dazu liegen im Ausbau der KWK und der Nah- und Fernwärme. Weitere Schwerpunkte sind die Information und die Aus- und Weiterbildung, die mit dem Aufbau von Akteursnetzwerken verbunden sind. Die Stadt Frankfurt soll damit zu der „Stadt der Energieeffizienz“ werden.

⁴⁹ Vgl. Aktiv für das Klima in Ihrer Stadt ... die Klimaschutzleitstelle der Landeshauptstadt Hannover, Informationsbroschüre, Stadt Hannover Klimaschutzleitstelle, 04/2009

⁵⁰ Vgl. Klima-Allianz Hannover 2020, Klimaschutz-Aktionsprogramm 2008 -2020 für die Landeshauptstadt Hannover, Schriftenreihe kommunaler Umweltschutz Nr. 47, S. 9, Landeshauptstadt Hannover, Der Oberbürgermeister, Wirtschafts- und Umweltdezernat, Hannover 01/2009

⁵¹ Vgl. „Energie- und Klimaschutzkonzept für die Stadt Frankfurt am Main 2008“, Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), Heidelberg 10/2008

⁵² Vgl. „Energie- und Klimaschutzkonzept für die Stadt Frankfurt am Main 2008“, S. 4, Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), Heidelberg 10/2008

⁵³ Vgl. „Energie- und Klimaschutzkonzept für die Stadt Frankfurt am Main 2008“, S. 3, Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), Heidelberg 10/2008

In der Stadt Frankfurt gibt es sieben Themenfelder mit einer besonderen Bedeutung für den Klimaschutz:

1. Stromsparoffensive Haushalte
2. Sanierungsinitiative Wohnungsgebäude
3. Energieeffizienz in Nichtwohngebäuden
4. Blickfeld Vereine und Kirchen
5. Öffentliche Liegenschaften (Schwerpunkt Stadt und Universität)
6. Nachhaltige Energieversorgung
7. Klimaschutzpakt Frankfurt/Main

Die sieben Themenfelder sind in weitere Pakete mit Einzelmaßnahmen untergliedert. Die Einzelmaßnahmen können aufgrund von thematischen Überschneidungen zu mehreren unterschiedlichen Paketen gehören. Die 52 Einzelmaßnahmen werden nach Dringlichkeit, Einsparpotenzial, Effizienz (bzgl. Anschubkosten) und Maßnahmenschärfe differenziert.

Eine konkrete langfristige Strategie bis zum Jahr 2050 ist dem Klimaschutzkonzept allerdings nicht enthalten.

Eine interessante Aussage zum Klimawandel liefert der Deutsche Wetterdienst. Berechnungen des Deutschen Wetterdienstes über die Stadt Frankfurt am Main gehen davon aus, dass sich die Anzahl der Tage mit einer Temperatur über 25 Grad Celsius bis zum Jahr 2050 deutlich erhöhen wird. Die Bandbreite reicht von 12 bis 26 Tagen.⁵⁴ Im Zeitraum der Jahre 1970 bis 2000 lag die Zahl dieser Tage bei 46. Im Extremfall würde dies bis zu 72 Tage mit einer Temperatur über 25 Grad Celsius bedeuten. Zur Untersuchung der Konsequenzen aus dieser Temperaturerhöhung hat die Stadt Frankfurt am Main im Jahr 1995 bereits einen „Klimaplanatlas“ als kartografische Darstellung durch die Universitäten Kassel und Freiburg erstellen lassen. Der Klimaplanatlas wurde seitdem aktualisiert. Er gibt eine differenzierte Zonierung des Stadtgebietes nach Flächen mit Überwärmung, Mischklimaten und der Frisch- bzw. Kaltluftentstehung an. Die Auswirkungen der Klimaveränderungen sind somit für die einzelnen Bereiche des Stadtgebietes ablesbar.

Aktuell ist zu vermelden, dass die Stadt Frankfurt am Main mit den Städten Kopenhagen und Bristol (GB) in die Endrunde zum EU-Wettbewerb zur „European Green Capital 2014“ geschafft hat. Sie knüpft damit an die Tradition erfolgreicher Wettbewerbsbeträge deutscher Städte an. Die Stadt Hamburg konnte im Jahr 2011 den Titel der „Grünen Umwelthauptstadt“

⁵⁴ Vgl. http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=3061&_ffmpar%5B_id_inhalt%5D=5786529 (Stand 20.05.2011)

gewinnen. Die Stadt Nürnberg konnte ein Jahr später in die Finalrunde des Wettbewerbs einziehen und war beste Teilnehmerin aus Mitteleuropa und dem Deutschen Sprachraum.

13 Anhang

13.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Klimaschutzszenario.....	15
Abbildung 2: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Klimaschutzszenario.....	16
Abbildung 3 Bei einer Sanierungsquote von im Mittel jährlich 1,5 Prozent führt das Klimaschutz-szenario für die Sektoren Haushalte, GHD und Industrie zu einer Endenergieumwandlung um 55 Prozent von 10.431 GWh im Jahr 2010 auf 4.697 GWh/a im Jahr 2050.	17
Abbildung 4 Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien für das Klimaschutzszenario im Stadtgebiet Nürnberg, der Region und überregional.....	18
Abbildung 5: Energieverbrauch im Sektor Wohngebäude: Schema der wesentlichen Einflussfaktoren, der Methodik und Maßnahmen und Strategien zur Reduktion des Energieverbrauchs.....	19
Abbildung 6 Heizwärmebedarfs-Kennwerte der gesamten Wohngebäudetypologie als Mittelwerte für das Referenz-, Klimaschutz- und Best Practice-Szenario [spezifische Kennwerte in kWh/(m²a)]	20
Abbildung 7 Resultierende mittlere Heizenergie-Kennwerte für die drei Szenarien in Abhängigkeit von der jährlichen Sanierungsquote	21
Abbildung 8 Entwicklung des Heizenergiebedarfs (MWh/a) im Klimaschutzszenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,5 %.....	22
Abbildung 9 Entwicklung des Endenergiebedarfs im Wohnungssektor für das Klimaschutzszenario mit einer jährlichen Sanierungsquote von 1,5 %.....	23
Abbildung 10 Energieverbrauch im Sektor Nichtwohngebäude: Schema der wesentlichen Einflussfaktoren, der Methodik und Maßnahmen und Strategien zur Reduktion des Energieverbrauchs.....	24
Abbildung 11 Entwicklung des mittleren spezifischen Heizenergiebedarfs für den Nichtwohngebäudebestand in Nürnberg in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Szenarien in kWh/(m²a)	25
Abbildung 12 Klimaschutzszenario mit 1,5 Prozent Sanierungsquote für die Entwicklung des Energiebedarfs (Heizen und Prozesswärme).....	26
Abbildung 13 Zusammenstellung des Endenergiebedarfs im Nichtwohnungs- und Wohnungssektor für das Klimaschutzszenario mit einer jährlichen Sanierungsquote von 1,5 % [GWh/a]	27
Abbildung 14 Energiedichte charakteristischer Bebauungsgebiete: Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung in kWh pro m² Grundstücksfläche (ohne öffentl. Verkehrsfläche)	28
Abbildung 15 „Bevölkerungspyramide“ der Einwohner in Nürnberg 2010 nach Jahrgängen [Statistik Nbg 2011.2].....	54
Abbildung 16 Entwicklung der Einwohnerstruktur in Nürnberg bis 2030 [Statistik Nbg 2011.2]	54
Abbildung 17 Entwicklung der Einwohner in Nürnberg 2010 bis 2050; für das Gutachten wurden die statistischen Angaben der Stadt Nürnberg verwandt [Statistik Nbg 2011.1]; Stand Anfang 2012 beträgt die Einwohnerzahl 515.000	55
Abbildung 18 Mögliche Entwicklung von Plusenergiehäusern: Kennwerte für Gebäude mit optimierter Effizienztechnik und Ertrag an Erneuerbaren Energien (Photovoltaik) am	

Beispiel von EFH, MFH und saniertem MFH, Bilanzierung der Primärenergie in kWh/(m ² a).....	64
Abbildung 19 Energieverbrauch im Sektor Wohngebäude: Schema der wesentlichen Einflussfaktoren, der Methodik und Maßnahmen und Strategien zur Reduktion des Energieverbrauchs.....	65
Abbildung 20 Entwicklung der Wohnfläche in Nürnberg 2010 bis 2050	67
Abbildung 21 Mehrfamilienhaus bis 1918, Blockrandbebauung, viergeschossig, 500 m ² Wohnfläche: Darstellung des Heizwärmebedarfs mit Bilanzierung von Gewinnen und Verlusten. Gegenüber der energetisch optimierten Variante mit einem Heizwärmebedarf von 26 kWh/(m ² a) erzielt die Denkmalschutz-Variante mit Innendämmung der Straßenfassade ($U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) und einbindende Wände mit $\Psi = 0,2 \text{ W/(mK)}$ einen Heizwärmebedarf von 34 kWh/(m ² a)	69
Abbildung 22 Mehrfamilienhaus 1958 bis 1968, freistehend, viergeschossig, 600 m ² Wohnfläche: Darstellung des Heizwärmebedarfs mit Bilanzierung von Gewinnen und Verlusten. Gegenüber der energetisch optimierten Variante mit einem Heizwärmebedarf von 26 kWh/(m ² a) erzielt die Denkmalschutz-Variante mit Innendämmung der Straßenfassade ($U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) und einbindende Decken und Wände mit $\Psi = 0,20 \text{ W/(mK)}$ einen Heizwärmebedarf von 45 kWh/(m ² a)	70
Abbildung 23 Wie vorherige Abbildung, jedoch Innendämmung der Straßenfassade $U = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ und einbindende Decken und Wände mit $\Psi = 0,10 \text{ W/(mK)}$ mit einem um 11 kWh/(m ² a) reduzierten Heizwärmebedarf von 34 kWh/(m ² a).....	71
Abbildung 24 Kosten für die Gebäudesanierung verschiedener Baualterstufen bei einem charakteristischen Maßnahmenmix (€ pro m ² Wohnfläche)	72
Abbildung 25 Aufstellung der Modernisierungskosten eines charakteristischen Mehrfamilienhauses aus den 1950er Jahren mit durchgreifenden Maßnahmen unterschieden nach drei energetischen Sanierungsstandards	73
Abbildung 26 Vergleich der Kosten einer umfassenden Sanierung eines charakteristischen Mehrfamilienhauses der 1950er Jahre mit den Kosten eines vergleichbaren Neubaus (Kostengruppe 100 bis 700 nach DIN 276 inkl. MWSt.)	74
Abbildung 27 Heizwärmebedarfs-Werte der gesamten Gebäudetypologie als Zielwerte für die Szenarien, die im Mittel bei den Sanierungen umgesetzt werden [kWh/(m ² a)].....	102
Abbildung 28 Verteilung der Sanierungsquoten pro Jahr, bezogen auf das Baujahr des Gebäudes; im Zeitfenster vom 35. Bis 60. Jahr sind die höchsten Quoten zu verzeichnen, danach verläuft die Quote auf dem nominalen Level	106
Abbildung 29 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Referenzszenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,2 %.....	109
Abbildung 30 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Klimaschutzszenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,0 %.....	110
Abbildung 31 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Klimaschutzszenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,5 %.....	111
Abbildung 32 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Klimaschutzszenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 2,0 %.....	111
Abbildung 33 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Best Practice Szenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 2,0 %	112
Abbildung 34 Entwicklung des Heizwärmebedarfs (MWh/a) im Best Practice Szenario bei einer jährlichen Sanierungsquote von 2,5 %	112
Abbildung 35 Referenzszenario: Entwicklung des Heizwärmebedarfs für Warmwasserbereitung (MWh/a)	114

Abbildung 36 Klimaschutzscenario: Entwicklung des Heizwärmebedarfs für Warmwasserbereitung (MWh/a)	114
Abbildung 37 Best Practice Szenario: Entwicklung des Heizwärmebedarfs für Warmwasserbereitung (MWh/a)	115
Abbildung 38 Referenzscenario: Entwicklung des Strombedarfs für Haushaltsstrom und Hilfsenergie von 2011 bis 2050 (MWh/a)	116
Abbildung 39 Klimaschutzscenario: Entwicklung des Strombedarfs für Haushaltsstrom und Hilfsenergie von 2011 bis 2050 (MWh/a)	117
Abbildung 40 Best Practice Szenario: Entwicklung des Strombedarfs für Haushaltsstrom und Hilfsenergie von 2011 bis 2050 (MWh/a)	117
Abbildung 41 Energieverbrauch im Sektor Nichtwohngebäude: Schema der wesentlichen Einflussfaktoren, der Methodik und Maßnahmen und Strategien zur Reduktion des Energieverbrauchs.....	118
Abbildung 42 Entwicklung der Nutzfläche von 2010 bis 2050 als Grundlage der energetischen Entwicklung	122
Abbildung 43 Strombedarf der Industrie und Entwicklung bis 2050 im Greenpeace-Szenario und anderen Studien [Greenpeace 2007, BMU 2008, BMWI 2009, UBA 2002] in Plan B 2050 [Greenpeace 2009]	130
Abbildung 44 Entwicklung des Wärmebedarfs für Heizen und Prozesswärme nach dem Referenzscenario mit 1,2 Prozent Sanierungsquote	133
Abbildung 45 Entwicklung des Wärmebedarfs für Heizen und Prozesswärme nach dem Klimaschutzscenario mit 1,0 Prozent Sanierungsquote	134
Abbildung 46 Klimaschutzscenario mit 1,5 Prozent Sanierungsquote für die Entwicklung des Wärmebedarfs (Heizen und Prozesswärme).....	134
Abbildung 47 Klimaschutzscenario mit 2,0 Prozent Sanierungsquote für die Entwicklung des Wärmebedarfs (Heizen und Prozesswärme).....	135
Abbildung 48 Best Practice Szenario mit 2,0 Prozent Sanierungsquote für die Entwicklung des Wärmebedarfs (Heizen und Prozesswärme).....	135
Abbildung 49 Best Practice Szenario mit 2,5 Prozent Sanierungsquote für die Entwicklung des Wärmebedarfs (Heizen und Prozesswärme).....	136
Abbildung 50 Entwicklung des mittleren spezifischen Heizwärmebedarfs für den Nichtwohngebäudebestand in Nürnberg in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Szenarien in kWh/(m²a)	137
Abbildung 51 Referenzscenario für den Strombedarf inkl. Kühlung nach Nutzungsarten....	138
Abbildung 52 Klimaschutzscenario für den Strombedarf inkl. Kühlung nach Nutzungsarten	139
Abbildung 53 Best Practice Szenario für den Strombedarf inkl. Kühlung nach Nutzungsarten	140
Abbildung 54 Spezifischer Strombedarf inkl. Kühlung nach Nutzungsarten für die drei Szenarien in kWh/(m²a)	140
Abbildung 55 Jährliche Sanierungs- und Neubaukosten für das Referenzscenario bei einer Sanierungsquote von 1,2 % des Bestandes jährlich; Ansatz für die Neubauten in diesem Fall eher zu hoch	143
Abbildung 56 Jährliche Sanierungs- und Neubaukosten für das Klimaschutzscenario bei einer Sanierungsquote von 1,5 % des Bestandes jährlich.....	144

Abbildung 57 Jährliche Sanierungs- und Neubaukosten für das Best Practice Szenario bei einer Sanierungsquote von 2,0 % des Bestandes jährlich;.....	145
Abbildung 58 Durch eine erhöhte Sanierungsquote von 2,0 statt der bisherigen 1,2 % p. a. wird ein zusätzlicher Konjunkturimpuls von 240 Mio. € pro Jahr bei den Nichtwohngebäuden erzielt (nur Sanierungsmaßnahmen ohne Neubau)	146
Abbildung 59 Referenzszenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 1,2 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)	147
Abbildung 60 Klimaschutzszenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 1,5 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)	149
Abbildung 61 Best Practice Szenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 2,0 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)	151
Abbildung 62 Energiedichte charakteristischer Bebauungsgebiete: Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung in kWh pro m ² Grundstücksfläche	158
Abbildung 63: Verteilung der Endenergieträger im Jahr 2010 (IST-Zustand)	166
Abbildung 64: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Referenzszenario	167
Abbildung 65: Verteilung der Endenergieträger im Jahr 2050 – Referenzszenario	168
Abbildung 66: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Klimaschutzszenario	169
Abbildung 67: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Klimaschutz-Szenario	170
Abbildung 68: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Best-Practice-Szenario	171
Abbildung 69: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Endenergieträgern im Best-Practice-Szenario	172
Abbildung 70: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen nach Endenergieträgern im Referenzszenario	173
Abbildung 71: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen nach Endenergieträgern im Klimaschutzszenario	174
Abbildung 72: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen nach Endenergieträgern im Best-Practice-Szenario	175
Abbildung 73: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren im Referenzszenario	178
Abbildung 74: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren im Klimaschutzszenario	179
Abbildung 75: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren im Best-Practice-Szenario	180
Abbildung 76: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen nach Sektoren im Referenzszenario	181
Abbildung 77: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen nach Sektoren im Klimaschutzszenario	182
Abbildung 78: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen nach Sektoren im Klimaschutzszenario	183
Abbildung 79: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren – Referenzszenario	184
Abbildung 80: Energieträgereinsatz zur Deckung des Wärmebedarfs im Referenzszenario	184
Abbildung 81: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren – Klimaschutzszenario	185
Abbildung 82: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren – Best-Practice-Szenario	186

Abbildung 83: Entwicklung des Energieverbrauchs kommunaler Liegenschaften – Referenzszenario	188
Abbildung 84: Karte der Fernwärmeversorgungsgebiete in der Stadt Nürnberg (Quelle: N-ERGIE AG).....	193
Abbildung 85: Brennstoffeinsatz bei der Fernwärmeerzeugung.....	195
Abbildung 86: Geplanter Brennstoffeinsatz unter Einbezug des neuen Biomasseheizkraftwerkes Sandreuth.....	196
Abbildung 87: Potenzielle Einbeziehung von regionalem Biogas für das Heizkraftwerk Sandreuth.....	204
Abbildung 88: Regenerative Stromerzeugung in der Stadt Nürnberg in 2010, Gesamtertrag 41.780 MWh	209
Abbildung 89 Entwicklung der Versorgungssituation in Nürnberg nach Energieträgern: Im Referenzszenario liegt der Anteil der Erneuerbaren Energien 2010 bei 9,2 %, im Jahr 2030 bei 31,4 % und erreicht 56 % im Jahr 2050.....	210
Abbildung 90 Im Klimaschutzszenario erreicht der Anteil Erneuerbarer Energien im Jahr 2030 38,3 %, 2040 liegt der Wert bei 58,7 % und im Jahr 2050 bei 80 %	211
Abbildung 91 Räumliche Zuordnung der Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien für das Klimaschutzszenario	212
Abbildung 92 Das Best Practice Szenario mit sehr optimierten Effizienzmaßnahmen ermöglicht nahezu die Klimaneutralität für die Stadt Nürnberg bis zum Jahr 2050.....	213
Abbildung 93 Räumliche Zuordnung der Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien inkl. Vergleich zu den fossilen Energieträgern (nicht erneuerbar: anthrazitfarben), Referenzszenario	214
Abbildung 94 Räumliche Zuordnung der Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien für das Klimaschutzszenario, geordnet nach Erneuerbaren Energien aus dem Stadtgebiet Nürnberg, der Region und überregionalen Quellen aus der BRD und EU.....	215
Abbildung 95 Zuordnung der Wertschöpfung nach Stadt Nürnberg, Region und überregional in der BRD bzw. EU-weit für das Best Practice Szenario	215
Abbildung 96: Airport Nürnberg – wichtige Kennzahlen.....	251
Abbildung 97: bayernhafen Nürnberg – Anzahl der Schiffe und gesamter Güterumschlag	253
Abbildung 98: bayernhafen Nürnberg – Anzahl der Waggon und gesamter Güterumschlag	254
Abbildung 99: bayernhafen Nürnberg – gesamter Güterumschlag nach Verkehrsträgern...	254

13.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der Gesamtergebnisse für das Referenzszenario mit 1,2 % jährlicher Sanierungsquote sowie das Klimaschutz- und Best Practice-Szenario mit je 2 % (Endenergie / MWh/a).....	27
Tabelle 2: Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050	39
Tabelle 3: Anteile Erneuerbarer Energien in der Zukunft	40
Tabelle 4: Entwicklung Endenergieverbrauch und CO ₂ -Emissionen in Deutschland im Zeitraum 2005 – 2050.....	48
Tabelle 5 Entwicklung von Konstruktionsstandards und Kennwerten für Neubau und Modernisierung, die in den zugeordneten Jahren wirtschaftlich herstellbar sind. Die Kennwerte liegen hochwertiger als die Standards des Best Practice Szenarios in den Kapiteln 3 und 4 und sollen verdeutlichen, welche Entwicklung technisch ohne Problem machbar ist.	58
Tabelle 6 Darstellung des technisch Machbaren bei Einsatz von Top-Runner-Technik: Entwicklung von Nutz-, End- und Primärenergiebilanzen für Heizen, WW-Bereitung und Haushaltsstrom am Beispiel eines Einfamilienhauses	63
Tabelle 7: Zweiundzwanzig Betrachtungsgruppen unterteilt in elf Baualtersgruppen für Ein-/Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser; Ableitung eines jeweiligen charakteristischen „mittleren“ Gebäudetyps für jede Gruppe in den rechten zwei Spalten [Quelle: Statistische Ge-bäudedatei, Fortschreibung Stichtag: 31.12.2009]	66
Tabelle 8: Entwicklung der spezifischen Wohnfläche pro Person in den Jahren 2010 bis 2050 pro Einwohner, fortgeschrieben auf Basis der Entwicklung gemäß Stat. Amt der Stadt Nürnberg	67
Tabelle 9 Berücksichtigung von erhöhtem Heizwärmebedarf für Gebäude mit Denkmal- bzw. Ensembleschutz sowie für sonstige stadtbildprägende Gebäude.....	72
Tabelle 10 Kostenansatz für die Sanierung von Mehrfamilienhäusern der Baualtersgruppe 1958 bis 1968 in der Berechnungsmatrix.....	74
Tabelle 11 Transmissionsflächen am Beispiel der Baualtersgruppe 1958 bis 1968 für die Mehrfamilienhäuser und die charakteristischen U-Werte der Bauteile für die unterschiedlichen Standards.....	77
Tabelle 12 Ergebnis der Energiekennwerte gemäß EnEV-Berechnung und Berechnung nach Passivhaus Projektierungs Paket (PHPP) am Beispiel der Baualtersgruppe Mehrfamilienhäuser 1958 bis 1968	78
Tabelle 13 Heizwärmebedarf der Einfamilienhaus-Typologie als mittlerer Bestandwert und Zielwerte für die Szenarien für den jeweiligen Mittelwert der Sanierungen [kWh/(m²a)]	100
Tabelle 14 Heizwärmebedarf der Mehrfamilienhaus-Typologie als mittlerer Bestandwert und Zielwerte für die Szenarien für den jeweiligen Mittelwert der Sanierungen [kWh/(m²a)]	101

Tabelle 15 Heizwärmebedarf für Warmwasserbereitung als Mittelwert des Gesamtbestands für die angegebenen Jahre und das jeweilige Szenario [kWh/(m²a)].....	103
Tabelle 16 Entwicklung des Anlagenaufwands für die Warmwasserbereitung der Szenarien als Mittelwert über den Bestand für das jeweilige Jahr (nicht berücksichtigt: Energiewandlung durch Kessel, Wärmepumpe etc.).....	103
Tabelle 17 Kennwerte für die Entwicklung des Haushaltsstroms und Hilfsstroms als Mittelwerte über den Bestand, unterteilt nach Mehrfamilienhäusern und Einfamilienhäusern [kWh/(m²a)].....	104
Tabelle 18 Sanierungsquote der Baualtersstufen: Verteilung bei einem Ansatz von 1,0 % p. a.	106
Tabelle 19 Sanierungsquote der Baualtersstufen: Verteilung bei einem Ansatz von 1,5 % p. a.	106
Tabelle 20 Sanierungsquote der Baualtersstufen: Verteilung bei einem Ansatz von 2,0 % p. a.	107
Tabelle 21 Sanierungsquote der Baualtersstufen: Verteilung bei einem Ansatz von 2,5 % p. a.	107
Tabelle 22 Entwicklung der Abrissquoten für die Baualtersstufen.....	108
Tabelle 23 Kumulative Neubaufläche ab 2010 in Mio. m² Wohnfläche	109
Tabelle 24 Aufstellung der Gebäudegruppen nach Hauptnutzungsart des Gebäudes gem. Angaben Statistisches Amt der Stadt Nürnberg als Grundlage für die Berechnungen [Statistik Nürnberg 2009]	119
Tabelle 25 Gesamte Wohn- und Nutzfläche für Nürnberg nach Baualtersklassen im Vergleich [Statistik Nürnberg 2009]	120
Tabelle 26 Nutz- und Wohnflächen der Nichtwohnbauten nach Hauptnutzungsarten; die Nummerierung inkl. der zusätzlichen Neubau-Kategorien entspricht den Bezeichnungen in den Diagrammen [Statistik Nürnberg 2009].....	120
Tabelle 27 Entwicklung der Nutzflächen (m²) für Nichtwohngebäude von 2010 bis 2050 sowie die spezifische Nutzfläche pro Einwohner (m²/Einwohner).....	122
Tabelle 28 Berücksichtigung von erhöhtem Heizwärmebedarf für Gebäude mit Denkmal- bzw. Ensembleschutz sowie für sonstige stadtbildprägende Gebäude	123
Tabelle 29 Kennwerte für den Wärmebedarf der Nichtwohngebäude: Da die Nutzungsarten sehr unterschiedliche Bedarfswerte aufweisen, werden die Faktoren bei Heizwärmebedarf und WW/Prozesswärme zur Anpassung an die jeweiligen Werte für den Wärmebedarf gesamt genutzt (Ergebnisse s. folgende Tabelle), Angaben in kWh/(m²a).....	124
Tabelle 30 Heizwärmebedarf (Heizen, Warmwasser, Prozesswärme) für die unterschiedlichen Nutzungsarten (mittlere Kennwerte für Sanierungen des jeweiligen Jahres)	126
Tabelle 31 Anlagenaufwand innerhalb der Gebäude für die Wärmenutzung	126
Tabelle 32 Resultierende Mittelwerte des Gesamtbestandes für den spezifischen Kühlbedarf von Büro-/ Verwaltungsgebäuden in kWh/(m²a).....	127

Tabelle 33	Anlagenaufwand Kühlung basierend auf Arbeitszahlen für Kompressionskälte bezüglich Raumkühlung (17 °C Vorlauftemperatur): Gut 6-7 / mittel 4,5 / mäßig 3,0...	127
Tabelle 34	Resultierende mittlere Strombedarfswerte für den Gesamtbestand hinsichtlich der drei Szenarien für die unterschiedlichen Nutzungsarten [kWh/(m²a)]	129
Tabelle 35	Entwicklung der Abrissquoten für unterschiedliche Nutzungen; insbesondere die Bereich Fabrik-, Werkstatt- und Lagergebäude sowie Büro- / Verwaltungsgebäude sowie Gebäude aus dem Bereich Handel und Gastgewerbe wurden mit einer erhöhten Abriss- und Neubauquote angenommen.	131
Tabelle 36	Kumulative Neubaufläche ab 2011 in m² Nutzfläche	132
Tabelle 37	Ansätze für die spezifischen Kosten pro m² Nutzfläche (Mittelwert) als Grundlage der Kostenberechnung für die wesentlichen Nutzungstypen (Kostensteigerung 1,5 % p. a.)	141
Tabelle 38	Referenzszenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 1,2 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)	147
Tabelle 39	Klimaschutzszenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 1,0 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)	148
Tabelle 40	Klimaschutzszenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 1,5 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)	148
Tabelle 41	Klimaschutzszenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 2,0 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)	149
Tabelle 42	Best Practice Szenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 2,0 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)	150
Tabelle 43	Best Practice Szenario mit einer baulichen Sanierungsquote von 2,5 % des Bestandes p. a. (Endenergie in GWh)	150
Tabelle 44	Kerngebiet	154
Tabelle 45	Gründerzeitgebiet mit Mehrfamilienhausbebauung vor 1918	154
Tabelle 46	Mehrfamilienhausbebauung Baualtersstufe 1919 bis 1948	155
Tabelle 47	Mehrfamilienhausbebauung 1949 bis 1957	155
Tabelle 48	Mehrfamilienhausbebauung 1958 bis 1968	156
Tabelle 49	Einfamilienhausbebauung 1919 bis 1948	156
Tabelle 50	EFH-Bebauung 1949 bis 1958 (stark durchsetzt mit neuen Baujahren)	157
Tabelle 51	Reihenhaus-Bebauung 1959 bis 1978	157
Tabelle 52	Herleitung des PV-Potenzials aus der Gebäudetypologie	160
Tabelle 53	Potenzial für den Ertrag durch Photovoltaik innerhalb des Wohngebäudebestandes für die Jahre 2020 – 2030 – 2040 – 2050 sowie das technische Potenzial für 2011 und 2050 [MWh/a]; in Zeile 2 werden unter den jeweiligen Bezugsjahren die veranschlagten Prozentsätze des jeweils erreichbaren technischen PV-Potenzials mit den daraus resultierenden Erträgen dargestellt.	161
Tabelle 54	Herleitung des technischen PV-Potenzials für Nichtwohngebäude	162

Tabelle 55 Potenzial für den Ertrag durch Photovoltaik innerhalb des Bestandes der Nichtwohngebäude für die Jahre 2020 – 2030 – 2040 – 2050 sowie das technische Potenzial für 2011 und 2050 [MWh/a].....	162
Tabelle 56: Basisdaten zur Fernwärmeversorgung.....	192
Tabelle 57: Bezirke der Stadt Nürnberg mit Fernwärme	194
Tabelle 58: Reihenhauses-Bebauung 1959 bis 1978	199
Tabelle 59: Kenndaten Fernwärme Reihenhauses-Bebauung 1959 bis 1978	200
Tabelle 60: Annahmen zur Fernwärme Reihenhauses-Bebauung 1959 bis 1978	200
Tabelle 61: Mehrfamilienhausesbebauung 1958 bis 1968.....	201
Tabelle 62: Kennwerte Fernwärme Mehrfamilienhausesbebauung 1958-1968	201
Tabelle 63: Annahmen zur Fernwärme Mehrfamilienhausesbebauung 1958-1968	201
Tabelle 64: Mehrfamilienhausesbebauung Baualterstufe 1919 bis 1948	202
Tabelle 65: Kennwerte Fernwärme Mehrfamilienhausesbebauung 1919-1948	202
Tabelle 66: Annahmen zur Fernwärme Mehrfamilienhausesbebauung 1919-1948	202
Tabelle 67 Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energieträger für Referenz-, Klimaschutz- und Best Practice-Szenario in den Jahren 2010 bis 2050 (Prozent)	213
Tabelle 68 Entwicklung der erneuerbaren Energieträger für Referenz-, Klimaschutz- und Best Practice-Szenario in den Jahren 2010 bis 2050 (GWh) – da beim Best Practice Szenario ein besonderer Schwerpunkt auf die Effizienz gelegt wird, liegt der Gesamtbetrag der Erneuerbaren Energien gut zehn Prozent niedriger als beim Klimaschutzszenario.....	214
Tabelle 69 Kommunale und regionale Wertschöpfung durch den Einsatz von Erneuerbaren Energien pro Jahr (Mio. €/a) in Nürnberg und der Region.....	216
Tabelle 70: Airport Nürnberg CO ₂ -Emissionen	250
Tabelle 71: Airport Nürnberg Energieträger und Endenergieverbrauch	252

13.3 Abkürzungsverzeichnis

Abzgl.	Abzüglich
AG	Aktiengesellschaft
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BGF	Bruttogeschossfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Re- aktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
CO ₂	Kohlendioxid
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EMN	Europäische Metropolregion Nürnberg
EnEV	Energieeinsparverordnung
etz	Energie-Technologisches Zentrum
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GENESIS	Online Datenbank des Bayerischen Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
GuD	Gas- und Dampfturbinentechnologie
HKW	Heizkraftwerk
H _o	oberer Heizwert
H _u	unterer Heizwert
IWU	Institut Wohnen Umwelt
KEM	Kommunales Energiemanagement
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kWh/(m ² a)	Kilowattstunden pro Quadratmeter im Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKK	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

KfW 40	Nach Förderrichtlinien der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW): Primärenergiebedarf nachweislich nicht mehr als 40 kWh pro m ² Nutzfläche und Jahr
KfW 60	Nach Förderrichtlinien der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW): Primärenergiebedarf nachweislich nicht mehr als 60 kWh pro m ² Nutzfläche und Jahr
KfW EH 100 – 55	KfW Effizienzhaus mit dem Standard 100 bis 55
LfU	Landesamt für Umwelt
KSB	Klimaschutzbericht
MKRO	Ministerkonferenz für Raumordnung
NF	Nutzfläche
NVP	Nahverkehrsplan
ÖPNV	öffentlicher Personen-Nahverkehr
PEV	Primärenergieverbrauch
ProBas	prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente
PV	Fotovoltaik
RW	Raumwärme
WSVO	Wärmeschutzverordnung
WW	Warmwasser
Zzgl.	Zuzüglich

13.4 Einheiten

GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
ha	Hektar
kg	Kilogramm
kg / kWh _{el}	Kilogramm pro Kilowattstunde elektrisch
km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWh _{el}	Kilowattstunde elektrisch
kW _{Peak}	Kilowattpeak Maßeinheit für die genormte Leistung (Nennleistung) einer Solarzelle. Der auf Solarmodulen angegebene Wert bezieht sich auf die Leistung bei Standard-Testbedingungen. Eine kW _{peak} installierte Leistung entspricht einer Kollektorfläche von ca. 10 m ²
m ²	Quadratmeter
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
MW _{Peak}	Megawatt Peak
Nm ³	Normkubikmeter
t	Tonne
t CO ₂	Tonnen CO ₂ -Emission
t CO ₂ -äq	Tonnen CO ₂ -Äquivalent-Emission
SKE	Steinkohleneinheit
°C	Grad Celsius

13.5 Literatur und Datenquellen

13.5.1 Quellen Bericht Teil 1

[AGES-Studie, 2008]	AGES GmbH; Verbrauchskennwerte 2005, Energie- und Wasserverbrauchswerte in der Bundesrepublik Deutschland, Münster, 2008
[Bauwerkszuordnungskatalog Bundesbaumisterium, 2009]	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, Berlin 09/2009
[Bayern 2011]	Bayerischen Staatsregierung: Bayerisches Energiekonzept „Energie innovativ“. – beschlossen am 24. Mai 2011
[BEE 2009]	Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE): Ausbau-prognose der Erneuerbare-Energien-Branche für Deutschland. Berlin 2009
[BMU 2008]	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktor-sicherheit (BMU): Leitstudie 2008 – Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas, Stuttgart, 2008
[BMU 2011]	Eckpunktepapier der Bundesregierung zur Energiewende. – BMU 6. 6. 2011
[BMU 2011-1]	BMU: Erneuerbare Energien 2010. – Daten des Bundes-ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2010 auf der Grundlage der Angaben der Arbeits-gruppe Erneuerbare Energien-Statistik (A-GEE-Stat), Berlin 23. März 2011
[BMWf 2009]	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWf): Energiedaten-Zahlen und Fakten, Nationale und Inter-nationale Entwicklung, (Stand:24.02.2009) www.bmwi.de/BMWf/Navigation/Energie/Energiestatistiken.html
[BMWf/BMU 2010]	Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. – BMWf und BMU vom 28. September 2010
[ECF 2009]	100 % renewable energy – a roadmap to Europe and North Africa to 2050, - Pricewaterhouse Coopers, Potsdam Institute for climate impact research, IIASA, European climate forum 2009
[Ecofys 2011]	Ecofys: A fully renewable energy system globally by 2050. – Im Auftrag des WWF 2011
[EEG]	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG), Fassung 1. 1. 2012
[EEWärmG]	Erneuerbare Energien Wärmegesetz

[e-genius 2012]	e-genius – Online-Wissens- und Lernplattform. – GRAT im Rahmen des Technologieprogramms „Haus der Zukunft“ und des Klima- und Energiefonds, Wien 2012, www.e-genius.at
[EnEG 2009]	Energieeinsparungsgesetz seit dem 2. April 2009
[EnergieRegion GmbH, 2006]	EnergieRegion GmbH: Klimaschutzbericht der Stadt Nürnberg 2006, 06/2007, Nürnberg
[EnergieRegion GmbH, 2007]	EnergieRegion GmbH: Klimaschutzfahrplan 2010/2020 Stadt Nürnberg, 06/2007, Nürnberg
[EnEV 2009]	Energieeinsparverordnung 2009
[EnOB 2012]	EnOB: Forschung für Energieoptimiertes Bauen. – BMWI http://www.enob.info/
[EPBD]	EU Gebäuderichtlinie 2010 – energieeffizientere Gebäude (European Directive Energy Performance of Buildings) EPBD http://www.enev-online.de/epbd/2010/index.htm
[FfE 2009]	Energiezukunft 2050, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., München, 09/2009 http://www.ffe.de/die-themen/erzeugung-und-markt/257
[FfE 2012]	FfE München: Energienutzungsplan Nürnberg. – Im Auftrag der Stadt Nürnberg 2012
[Gaßner 2011]	Gaßner et al: Sanierungsvorgaben für bestehende Gebäude – Vereinbarkeit mit Eigentumsschutz und anderen Grundrechten. – Im Auftrag von NABU Berlin 2011
[GdW 2011]	GdW: „Energieeffizienz mit städtebaulicher Breitenwirkung“. – Interdisziplinäres Forschungsvorhaben des GdW mit Förderung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück; Bearbeitung Bereich Technik & Kosten: Dr. Burkhard Schulze Darup, Schulze Darup & Partner, Nürnberg; Berlin 2011
[Greenpeace / Eutech 2011]	Greenpeace / Eutech: Klimaschutz: Plan B 2050. – Eutech im Auftrag von Greenpeace 2011
[Greenpeace 2007]	Greenpeace Deutschland e.V./Eutech Energie & Management GmbH: Klimaschutz: Plan B – Nationales Energiekonzept bis 2020, Aachen, 2007
[Greenpeace 2009]	Barzantny, Achner, Vomberg: Klimaschutz: Plan B 2050 – Energiekonzept für Deutschland. – Eutech Energie und Management GmbH im Auftrag von Greenpeace, Hamburg 2009
[IfS 2006]	Institut für Städtebau, Wohnungswirtschaft und Bausparwesen (Hrsg.): Pro Kopf Wohnfläche weiter gestiegen. – IfS 2/2006, Berlin 2006
[IÖW 2010]	Hirschl, Aretz, Prah et al: Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien. – Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) in Kooperation mit dem Zentrum für Erneuerbare Energien (ZEE). Im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) Berlin September 2010
[Kleemann et al 2000]	Kleemann, M.; Heckler, R.; Kolb, G.; Hille, M.: Die Entwicklung des Energiebedarfes zur Wärmebereitstellung in Gebäuden. – Hrsg. Bremer Energieinstitut, Bremen 2000

[Lüking, Hauser 2011]	Rolf-Michael Lüking, Gerd Hauser: Die thermische Konditionierung von Gebäuden im Kontext eines zukünftigen Energieversorgungssystems. – Stuttgart 2011
[Mc Kinsey 2010]	Mc Kinsey: ROADMAP 2050 – practical guide to a prosperous, low-carbon Europe. – 2010
[Nitsch 2007]	Nitsch: Leitstudie 2007 „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050. – Im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Stuttgart 2007
[Nitsch 2007]	Nitsch, Joachim: Leitstudie 2007 – Ausbaustrategie Erneuerbare Energien. – Hrsg. BMU, Berlin 2007
[Nitsch 2010]	Nitsch et al: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global – „Leitstudie 2010“. Im Auftrag des BMU: Arbeitsgemeinschaft Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Stuttgart Institut für Technische Thermodynamik, Abt. Systemanalyse und Technikbewertung / Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel / Ingenieurbüro für neue Energien (IFNE), Teltow, Berlin 2010
[Ökoinstitut, Prognos 2009]	Ökoinstitut, Prognos: Modell Deutschland – Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken. – Im Auftrag des WWF 2009
[PHI 1998-2011]	Tagungsberichte der jährlichen Internationalen Passivhaustagungen 1998 bis 2011. – Passivhaus Institut Darmstadt 2011
[PHPP 2012]	Feist et al: Passivhaus Projektierungs Paket. – Passivhaus Institut Darmstadt 2012
[Prognos 2011]	Prognos: Anforderungen an einen Sanierungsfahrplan Auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand bis 2050. – Im Auftrag von NABU Berlin 2011
[Schulze Darup 2010]	Schulze Darup: CO ₂ -Neutralität im Gebäudesektor bis 2050 – Vision oder Notwendigkeit? – In VME Jahrbuch Energieeffizienz Berlin 2010
[Schulze Darup 2010-1]	Schulze Darup (Herausgeber): Energetische Gebäudesanierung mit Faktor 10. - Broschüre zum Forschungsvorhaben mit Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt Osnabrück, überarbeitete Auflage 2010
[Siemens 2009]	Siemens AG: Sustainable Urban Infrastructure; Ausgabe München – Wege in eine CO ₂ -freie Zukunft. – Siemens AG München 2009
[Stadt Nürnberg, Umweltreferat 1999]	Stadt Nürnberg, Umweltreferat (Hrsg.): Klimaschutzbericht der Stadt Nürnberg 1999, 07/1999, Nürnberg
[Statistik Nbg 2011.1]	Amt für Stadtforschung und Statistik für Nürnberg; Basis ist die Bevölkerung in der Hauptwohnung lt. Einwohnerregister; gerechnet mit SIKURS, 11.5.2011
[Statistik Nbg 2011.2]	Amt für Stadtforschung und Statistik für Nürnberg; Ent-

	wicklung der Bevölkerungspyramide von 2010 bis 2030, 11. 5. 2011
[Statistik Nürnberg 2009]	Amt für Stadtforschung und Statistik der Stadt Nürnberg: Statistische Gebäudedatei, Fortschreibung Stichtag: 31.12.2009
[UBA 2002]	Umweltbundesamt (UBA): Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland, Berlin, 2002
[UBA 2010]	Energieziel 2050: 100 % Strom aus Erneuerbaren Quellen. - Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel, 2010
[Vallentin 2011]	Vallentin, Rainer: Energieeffizienter Städtebau. – Cuvillier Verlag Göttingen 2011
[Voss e. a. 2006]	Voss, Löhnert, Herkel e. a.: Bürogebäude mit Zukunft. – BINE Karlsruhe 2006

13.5.2 Quellen Bericht Teil 2

Aktiv für das Klima in ihrer Stadt ... die Klimaschutzleitstelle der Landeshauptstadt Hannover, Informationsbroschüre, Stadt Hannover Klimaschutzleitstelle, Hannover, 04/2009

Analyse des Bestandes von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in Bayern – KWK-Bestand in Bayern; Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (Hrsg.) Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE; Bearbeitung), München, 04/2004

„Auf dem Weg zu einem „CO₂-freien Stuttgart 2050“ – Bewertung der Klimaschutzbemühungen Stuttgarts und Ableitung der Notwendigkeit einer langfristigen Vorgehensweise“, Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, 2. Verbesserte Version, Wuppertal, 07/2009

Bayerns Wirtschaft in Zahlen; Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (Hrsg.); München 08/2009

„CO₂-Bilanz 1990/2005 – Energie- und verkehrsbedingte Emissionen“ des Wirtschafts- und Umweltdezernats der Landeshauptstadt Hannover“, S. 3, Hannover 04/2007

Energiebericht 2010, Baureferat, Kommunales Energiemanagement, Stadt Nürnberg (Hrsg.), Nürnberg, 10/2010

Energiebilanz und Treibhausgasemissionen in Flensburg – Entwicklung des Energieverbrauches und der CO₂-Emissionen ohne weitere Klimaschutzmaßnahmen bis zum Jahr 2050, Internationales Institut für Management der Universität Flensburg, Flensburg, Juni 2010

„Energie- und Klimaschutzkonzept für die Stadt Frankfurt am Main 2008“, Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), Heidelberg 10/2008

„Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie“, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, 28. September 2010

Energiezukunft 2050, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., München, 09/2009

Geschäftsbericht 2009 der VAG Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg, VAG Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg (Hrsg.), Nürnberg, 03/2010

Geschäftsbericht 2009 Flughafen Nürnberg GmbH, Flughafen Nürnberg GmbH (Hrsg.), Nürnberg, 04/2010

Klima-Allianz Hannover 2020, Klimaschutz-Aktionsprogramm 2008 -2020 für die Landeshauptstadt Hannover, Schriftenreihe kommunaler Umweltschutz Nr. 47, Landeshauptstadt Hannover, Der Oberbürgermeister, Wirtschafts- und Umweltdezernat, Hannover 01/2009

Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2029. Demografisches Profil für die Kreisfreie Stadt Nürnberg. Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, München, 10/2010

Positionspapier „Gemeinsame klima- und energiepolitische Zielsetzungen - Klimapakt der Europäischen Metropolregion Nürnberg“, Europäische Metropolregion Nürnberg, Nürnberg, 01/2012